



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Telemática

INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIONES

PROYECTO FIN DE CARRERA

DISEÑO DE UN CENTRO DE PROCESO DE DATOS

Autor: Tatiana de Castro-Acuña Lasheras

Tutor: Manuel Urueña Pascual

Tutor en empresa: Javier López Sánchez

Leganes, Enero de 2013



Título: Diseño de un Centro de Proceso de Datos.

Autor: Tatiana de Castro-Acuña Lasheras.

Director: David Larrabeiti López.

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____ de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



Agradecimientos

A Javier, Rubén, Fernando y Manuel por el tiempo que me han dedicado y por su ayuda para que pudiera llevar a cabo este proyecto.

A mi madre por haberme enseñado lo que quiero ser y a mi padre lo que no quiero ser. Porque siempre han sabido que lo conseguiría y no han esperado otra cosa. Porque tú, mamá, me lo has dado todo. Por ser los padres más orgullosos del mundo y quererme como soy, siempre.

A Rodri por ser el mejor hermano del mundo. Por hacer que le sienta siempre cerca, aunque esté lejos. Por ser mi parte racional, por darme siempre ánimos y, sobretodo, por cada risa.

A Kirtash y a Berto, por subirse a la mesa y tumbarse debajo de la lámpara, junto al teclado, para hacerme compañía mientras yo escribía.

A María y Lorena, por ser mis hermanas. Porque siempre están. Y porque no lo habría conseguido sin ellas.

A Rebe, por darme siempre más de lo que recibe.

A César, por cada día que pasamos. Por hacerme tener sueños, y después despertarme. Y porque, cuando por fin el futuro era casi presente, me hizo ver que puedo ser aún más fuerte.



Resumen

En las últimas décadas, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (*TIC*) se han convertido en parte de la sociedad, variando nuestro modo de vida, de relacionarnos, o de desarrollar nuestra actividad laboral. Toda persona u organización genera una gran cantidad de datos que deben almacenarse para que estén disponible en el tiempo. Actualmente nos encontramos en la llamada Sociedad de la Información o del Conocimiento.

En el Centro de Proceso de Datos (en adelante *CPD*) se concentran todos los recursos para el procesamiento de los datos convirtiéndolos en información. El CPD debe garantizar la continuidad y disponibilidad del servicio a clientes y empleados, de modo que es muy importante la protección física de los equipos de comunicaciones, servidores y equipos de almacenamiento que puedan contener información clave. Las organizaciones, conscientes del valor que posee la información para la subsistencia del negocio, reparan en la importancia de tener un CPD que garantice la disponibilidad y la seguridad a su activo más valioso.

Históricamente, los criterios de diseño del CPD se basaban en la disponibilidad, el rendimiento y la seguridad, lo que llevaba a un sobredimensionamiento de todos los componentes del CPD, con el consiguiente coste e impacto medioambiental, y el uso ineficiente de los equipos de TIC. En la actualidad, el enfoque principal es el de la eficiencia energética. Un CPD verde reduce el consumo energético y las emisiones de dióxido de carbono al medio ambiente. Para lograrlo es imprescindible un diseño dimensionado adecuadamente en todas sus infraestructuras, además de mecanismos como la consolidación y virtualización de servidores.

Este proyecto fin de carrera se centrará en analizar las mejores prácticas para el diseño de un CPD teniendo en cuenta la criticidad de la información que custodia. En una primera parte se recorrerán las distintas infraestructuras necesarias para la construcción o adecuación de un CPD eficiente. La segunda parte, en base a los conocimientos adquiridos durante el periodo de prácticas en empresa, describirá un caso de estudio que simulará el desarrollo de las distintas fases que abarcan un proyecto de estas características.

Palabras clave: Centro de Proceso de Datos, Diseño, Infraestructuras, Eficiencia, Disponibilidad, Redundancia.



Abstract

In the last decades, the Information and Communication Technologies (*ICT*) have become part of our society, changing our way of living, our relations, and the development of our business activity. Each person or organization creates a huge quantity of data that must be stored to be available all the time. Nowadays, we are in the Knowledge Society or Information Society.

The Data Center (hereinafter, *DC*) concentrate all the resources for data processing in their way to become information. The DC must guarantee the continuity and availability of the service to clients and workers, so it is very important the physical protection of the network equipment, servers and storage devices that could contain key information. The companies, aware that the information is the cornerstone for the business survival, have noticed the importance of having a DC that guarantee the availability and security of their most valued active.

Historically, the design guidelines for a DC were based on availability, performance and security of the DC. This led to an oversizing components, with the consequent cost and environmental impact, and the inefficient use of IT devices. Nowadays, the main focus is on energy efficiency. A green DC reduces the power consumption and the carbon dioxide emissions to the environment. To reach this objective it is important to have a properly sized DC in all its infrastructures, plus consolidation and virtualization mechanisms of servers.

This project will focus on analyzing the best practices for designing a DC, taking into consideration the criticality of the information that is storing. The first part will deal with the different infrastructures needed to the building or adaptation of an efficient DC. In the second one, on the basis of the knowledge acquired during my internship period, a hypothetical case will be described, and will simulate the development of the distinct phases included in such a DC design project.

Key words: Data Center, Design, Infrastructures, Efficiency, Availability, Redundancy.



Índice General

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Fases del desarrollo.....	2
1.4 Medios empleados.....	2
1.5 Estructura de la memoria.....	3
CAPÍTULO 2 ESTADO DEL ARTE	5
2.1 Evolución de los CPD	5
2.2 Los CPDs en la actualidad	7
2.3 Problemas de los CPDs	7
2.3.1 Eficiencia y huella de carbono.....	11
2.4 Coste Total de Propiedad (TCO) y Retorno de Inversión (ROI)	13
2.5 Estrategias de diseño	14
PARTE I: DISEÑO DE UN CPD.....	15
CAPÍTULO 3 INSTALACIONES DE OBRA	17
3.1 Normativas	17
3.1.1 Resistencia al fuego de los elementos constructivos.....	17
3.1.2 Reacción al fuego	18
3.1.3 Códigos IP.....	19
3.1.4 Códigos IK.....	21
3.1.5 Resistencia antirrobo	21
3.2 Paredes	22
3.2.1 Placas de yeso y trasdosados	22

3.2.2 Paneles	22
3.3 Suelo técnico.....	23
3.4 Techos suspendidos	24
3.5 Pasamuros y pasacables.....	24
CAPÍTULO 4 INSTALACIONES DE ENERGÍA.....	25
4.1 Sistemas de Alimentación Ininterrumpida	28
4.1.1 Tipos de SAIs	29
4.1.2 Configuraciones de sistemas SAIs	32
4.2 Generadores	37
4.3 Alternativas para generación de energía en el CPD	38
4.4 Regletas de distribución eléctrica, PDUs	39
4.5 Apagado de emergencia.....	40
CAPÍTULO 5 INSTALACIONES DE CLIMA.....	41
5.1 Normativa	42
5.2 Ciclo de refrigeración	43
5.3 Tipos de refrigerantes	44
5.4 Tecnologías de refrigeración	45
5.4.1 Condensación por aire – Expansión Directa (DX)	45
5.4.2 Condensación por agua/glicol – Expansión Directa (DX)	46
5.4.3 Condensación por torre de refrigeración.....	46
5.4.4 <i>Chiller</i>	47
5.4.5 <i>Free Cooling</i>	48
5.5 Arquitecturas de refrigeración	48
5.5.1 Refrigeración por salas.....	48
5.5.2 Refrigeración por filas	49

5.5.3 Refrigeración por <i>racks</i>	49
5.6 Problemas de climatización.....	49
CAPÍTULO 6 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	51
6.1 Normativas	51
6.2 Detección de incendios	52
6.2.1 Tipos de detectores.....	52
6.2.2 Pulsadores manuales	54
6.2.3 Centrales	54
6.3 Extinción de incendios	54
6.3.1 Extinción por gas	55
6.3.2 Extinción por agua nebulizada	60
CAPÍTULO 7 INSTALACIONES DE RACKS Y CABLEADO	63
7.1 Racks.....	63
7.1.1 Normativa	64
7.2 Sistema de cableado	64
7.2.1 Jerarquía de cableado	65
7.3 Arquitectura del CPD.....	66
7.3.1 Sistemas informáticos del CPD.....	66
7.3.2 Diseño de red del CPD.....	67
CAPÍTULO 8 INSTALACIONES DE SEGURIDAD.....	69
8.1 Restricciones físicas	69
8.1.1 Puertas	69
8.1.2 Jaulas.....	70
8.1.3 Cierre de <i>racks</i>	70
8.1.4 Circuito de video vigilancia	70

8.1.5 Control de acceso	70
8.1.6 Buenas prácticas	71
8.2 Monitorización.....	72
PARTE II: IMPLEMENTACIÓN DE UN CPD	76
CAPÍTULO 9 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	77
9.1 Introducción.....	77
9.2 Objeto del contrato.....	77
9.2.1 Normativa aplicable	78
9.3 Centro de proceso de datos	79
9.3.1 Ubicación.....	79
9.3.2 Características constructivas del CPD	81
9.3.3 Guiado de cableado	82
9.3.4 Electricidad	83
9.3.5 Alumbrado	84
9.3.6 Aire acondicionado	85
9.3.7 Sistemas de Detección / Extinción de incendios	85
9.3.8 Control de accesos	86
9.3.9 Monitorización	86
9.3.10 Armarios <i>racks</i>	87
9.3.11 Electrónica de red	87
9.4 Mejoras al proyecto	87
9.5 Documentación técnica del proyecto	88
9.5.1 Documentación durante la ejecución	88
9.5.2 Documento final de la instalación.....	88
9.6 Metodología	89
9.6.1 Metodología de Gestión del Proyecto	89

9.7 Normalización	91
9.8 Ofertas	91
9.8.1 Aclaraciones	91
9.8.2 Exposición de las ofertas técnicas	91
 CAPÍTULO 10 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	 93
10.1 Introducción.....	93
10.2 Instalación actual	93
10.3 Inventario de equipos	94
 CAPÍTULO 11 PROPUESTA TÉCNICA	 99
11.1 Introducción.....	99
11.2 Normativa aplicable	99
11.3 Diseño de la solución	101
11.3.1 Actuaciones constructivas del CPD (Obra civil)	105
11.3.2 Electricidad.....	111
11.3.3 Sistema de Climatización	125
11.3.4 Sistema de Detección/Extinción de Incendios	131
11.3.5 Armarios <i>rack</i>	140
11.3.6 Cerramiento de pasillo	141
11.3.7 Cableado de Datos	143
11.3.8 Seguridad	147
11.3.9 Sistema de monitorización y supervisión de las instalaciones.....	151
11.3.10 Electrónica de red	154
11.4 Documentación técnica del proyecto	160
11.5 Legalización de instalaciones.....	160
11.6 Verificación de campos eléctricos	161
11.7 Servicios de Garantía y Mantenimiento	161

11.7.1 Garantía.....	161
11.7.2 Mantenimiento preventivo	162
11.7.3 Mantenimiento Electrónica de red de <i>Core</i>	164
CAPÍTULO 12 PLAN DE PROYECTO Y OFERTA ECONÓMICA	165
12.1 Plan de proyecto	165
12.1.1 Diagrama de Gantt	168
12.2 Oferta económica.....	170
CAPÍTULO 13 CONCLUSIONES	172
13.1 Conclusiones	172
BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIAS	176
ANEXO I: OFERTA ECONÓMICA DESGLOSADA	183
a. Oferta económica Construcción.....	184
b. Oferta económica Electricidad.....	187
c. Oferta económica Refrigeración	192
d. Oferta económica PCI	193
e. Oferta económica <i>Racks</i>	195
f. Oferta económica Cableado	196
g. Oferta económica Seguridad	198
h. Oferta económica Monitorización	199
i. Electrónica de Red	200
j. Oferta económica Mantenimiento	202
k. Oferta económica Servicios	203

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Causas de paradas de servicio.....	8
Ilustración 2: Evolución de los costes de servidores vs. Consumo energético	11
Ilustración 3: Distribución del consumo energético del CPD	12
Ilustración 4: Coste Total de Propiedad	13
Ilustración 5: Suelo elevado	23
Ilustración 6: Transitorio impulsivo.....	26
Ilustración 7: Transitorio oscilatorio	26
Ilustración 8: Interrupción.....	26
Ilustración 9: Caída de tensión	26
Ilustración 10: Sobretensión	27
Ilustración 11: Fluctuaciones.....	27
Ilustración 12: Variaciones de frecuencia	27
Ilustración 13: Curva de eficiencia	28
Ilustración 14: SAI Standby.....	30
Ilustración 15: SAI de línea interactiva.....	30
Ilustración 16: SAI en línea de doble conversión	31
Ilustración 17: Capacidad o sistema N	33
Ilustración 18: Redundante aislado.....	33
Ilustración 19: Redundante paralelo o sistema N+1	34
Ilustración 20: Redundante distribuido.....	35
Ilustración 21: Redundante distribuido.....	35
Ilustración 22: Sistema más Sistema	36
Ilustración 23: Sistema de alimentación de emergencia con generador.....	38

Ilustración 24: Pila de combustible	39
Ilustración 25: EPO	40
Ilustración 26: Evolución de la carga térmica del equipamiento TI	41
Ilustración 27: Ciclo de refrigeración	44
Ilustración 28: Condensación por aire	46
Ilustración 29: Condensadora por agua/glicol	46
Ilustración 30: Condensación por torre de refrigeración.....	47
Ilustración 31: <i>Chiller</i>	47
Ilustración 32: Comparación arquitecturas de refrigeración	49
Ilustración 33: Flujo de aire.....	50
Ilustración 34: Fases de actuación de detectores	53
Ilustración 35: Tetraedro del fuego.....	55
Ilustración 36: Elementos de un <i>rack</i>	63
Ilustración 37: Top of the <i>rack</i>	65
Ilustración 38: End of the row.....	65
Ilustración 39: Tipos de servidores.....	66
Ilustración 40: Arquitectura del CPD	68
Ilustración 41: Esquema de monitorización	73
Ilustración 42: SNMP <i>trap</i>	74
Ilustración 43: Plano inicial ESL	80
Ilustración 44: Desglose Racks 1-5	96
Ilustración 45: Desglose Racks 6-10	97
Ilustración 46: Recinto de ESL, Madrid	102
Ilustración 47: Distribución original de la zona	103
Ilustración 48: Distribución tras la construcción del CPD	104
Ilustración 49: Canalizaciones externas	107

Ilustración 50: Clima exterior y grupo electrógeno.....	109
Ilustración 51: Obra civil.....	110
Ilustración 52: Grupo electrógeno SDMO	112
Ilustración 53: Rejilla con cableado eléctrico.....	115
Ilustración 54: Blindobarra	117
Ilustración 55: Conectores IEC 60309	118
Ilustración 56: Conectores IEC 320	119
Ilustración 57: PDUs instaladas en rack	119
Ilustración 58: PDU no monitorizable	120
Ilustración 59: Plano alumbrado	121
Ilustración 60: SAI Chloride 80 NET	122
Ilustración 61: Plano electricidad	124
Ilustración 62: Contención de pasillos	127
Ilustración 63: Plano Climatización	128
Ilustración 64: Plano de detectores	133
Ilustración 65: Tubería VESDA.....	135
Ilustración 66: Plano sistema detección de incendios	137
Ilustración 67: Central de incendios.....	138
Ilustración 68: Plano sistema extinción de incendios	139
Ilustración 69: Panel ciego	140
Ilustración 70: Plano <i>racks</i>	141
Ilustración 71: Cerramiento de pasillo	142
Ilustración 72: Cableado entre <i>racks</i> del CPD	145
Ilustración 73: Esquema básico de la solución de video vigilancia	150
Ilustración 74: Plano circuito video vigilancia	150
Ilustración 75: Esquema control de accesos	151

Ilustración 76: Esquema solución de monitorización	152
Ilustración 77: Plano monitorización	153
Ilustración 78: Catalyst 6506-E.....	155
Ilustración 79: Supervisora 2T-10G	155
Ilustración 80: Tarjeta de 8 puertos 10G.....	158
Ilustración 81: Tarjeta de 48 puertos RJ-45	158
Ilustración 82: Conectores X2	159
Ilustración 83: Diagrama de Gantt	169

Índice de tablas

Tabla 1: Niveles de disponibilidad del servicio.....	8
Tabla 2: Códigos IP, primera cifra característica	20
Tabla 3: Códigos IP, segunda cifra característica	20
Tabla 4: Códigos IP, letras adicionales	21
Tabla 5: Grados IK	21
Tabla 6: Clasificación de reacción frente al fuego de paredes y techos	24
Tabla 7: Características de SAIs.....	31
Tabla 8: Disponibilidad de las configuraciones	32
Tabla 9: Disponibilidad	36
Tabla 10: Rangos de temperatura y humedad.....	43
Tabla 11: Puntos de ebullición de los refrigerantes.....	45
Tabla 12: Comparativa agentes extintores	58
Tabla 13: Toxicidad para gases.....	59
Tabla 14: Concentraciones gases	60
Tabla 15: Agua nebulizada	60
Tabla 16: Código de colores IEC 60309	118
Tabla 17: Solución de Control de Accesos y Video Vigilancia	149
Tabla 18: Sistema de monitorización	154
Tabla 19: Oferta económica Total.....	171
Tabla 20: Oferta económica Construcción	186
Tabla 21: Oferta económica Electricidad	191
Tabla 22: Oferta económica Refrigeración	192
Tabla 23: Oferta económica PCI.....	194
Tabla 24: Oferta económica Racks.....	195

Tabla 25: Oferta económica Cableado	197
Tabla 26: Oferta económica Seguridad	198
Tabla 27: Oferta económica Monitorización.....	199
Tabla 28: Oferta económica Electrónica de Red	201
Tabla 29: Oferta económica Mantenimiento.....	202
Tabla 30: Oferta económica Servicios	203

Capítulo 1 Introducción y objetivos

1.1 Introducción

Desde el año 2012 me encuentro realizando el Proyecto Fin de Carrera en el departamento de Redes e Infraestructuras de la empresa Fujitsu Technology Solutions, tercera empresa mundial del sector de las Tecnologías de la Información y cuarto mayor proveedor global de servicios de tecnología y número uno en Japón.

A lo largo de este tiempo he participado de manera activa en diversos proyectos del ámbito de las redes de comunicaciones, dando soporte y colaborando con el personal técnico. El diseño de CPDs me ha resultado especialmente interesante, motivo por el cual elegí este proyecto fin de carrera.

El CPD es, en muchos aspectos, el cerebro de una compañía. Un CPD bien diseñado y gestionado con efectividad incrementará la productividad de la compañía proporcionando una red de mayor disponibilidad y fiabilidad, y mayor velocidad de procesamiento de datos. Adicionalmente, un CPD bien diseñado estará preparado para futuras ampliaciones e innovaciones.

A través del presente documento pretendo ofrecer una perspectiva de mi trabajo allí, mediante un caso de estudio en el que se resumen diferentes actuaciones y proyectos en los que he participado.

Por motivos de confidencialidad con la empresa y sus clientes, el caso de estudio no será un caso real, sino un caso ficticio. Dicho caso recoge y abarca, no obstante, distintas situaciones que se han dado en clientes reales. Al estar basado en las experiencias y proyectos en los que he participado directamente, me permitirá exponer datos y conclusiones acerca del trabajo diario en el área del diseño de CPDs.

1.2 Objetivos

Este proyecto fin de carrera tiene dos objetivos principales.

El primero es presentar el CPD como un conjunto de infraestructuras cuyo diseño es imprescindible para lograr la mayor disponibilidad y eficiencia de los recursos que alberga. Para entender este diseño global, se comenzará presentando los aspectos relevantes a la hora de realizar el diseño de un CPD, y estudiando las tecnologías empleadas habitualmente en un CPD.

El segundo objetivo es ofrecer una visión general del trabajo que he realizado en Fujitsu en el transcurso de mis prácticas en empresa. A lo largo de este documento trataré de ilustrar las

partes de las que consta un proyecto de ingeniería, y más concretamente un proyecto del ámbito de las Redes de Comunicaciones, en este caso, del diseño de Centros de Proceso de Datos. Para ello se aplicarán los anteriores puntos a un caso de estudio basado en casos reales, se analizarán los requisitos del cliente para ofrecer la solución que mejor se adapte a sus necesidades, y finalmente se estudiarán los resultados y extraerán conclusiones.

1.3 Fases del desarrollo

El desarrollo de este documento se ha ejecutado en cinco fases:

1. **Documentación previa.** Dado que no existen estándares que especifiquen cómo debe construirse un CPD, tan sólo buenas prácticas que deben aplicarse en la medida que mejor se ajusten a los requerimientos particulares de cada CPD, la primera fase fue de recopilación y lectura de estándares relacionados con las infraestructuras del CPD. Tras esto, se fue recorriendo cada una de las infraestructuras a partir de las soluciones más comunes y recomendadas para cada una de ellas, basándome en hojas de datos (*datasheets*) y casos de estudio (*white papers*) de las soluciones de distintos fabricantes. Al finalizar esta fase, que duró casi seis meses, se estuvo en posición de desarrollar la primera parte del proyecto, el diseño de un CPD, basándose en los conocimientos adquiridos.
2. **Diseño global del CPD.** A partir de un esquema general de las distintas infraestructuras del CPD, se desarrolla cada una de ellas en base a su funcionalidad y los criterios que marcan el diseño de los CPD en la actualidad.
3. **Caso ficticio.** Partiendo de los casos reales en los que Fujitsu ha participado, se crea un caso ficticio que se utilizará para llevar a la práctica lo expuesto en la parte de Diseño. Se ha procurado que el caso dé la libertad suficiente para poder seleccionar las soluciones más novedosas y que pudieran resultar de mayor interés.
4. **Análisis de requisitos.** Se procede a la evaluación de los requisitos del cliente ficticio para la construcción de un CPD.
5. **Implementación.** Tras el análisis de requisitos, se desarrolla una solución adecuada, que recorrerá cada uno de los puntos que se consideraron en el apartado de diseño pero adaptándose a la solución particular adoptada.

1.4 Medios empleados

Para la ejecución del presente proyecto se han empleado los siguientes elementos hardware y software:

- Ordenador portátil Packard-Bell modelo EasyNote. Tanto para la búsqueda de recursos en la fase de Documentación previa como en la fase de redacción del proyecto.
- Microsoft Office 2007. Se han utilizado herramientas como Microsoft Word, para la redacción de este documento; Microsoft Excel, para la elaboración de gráficos; Microsoft Project, para los diagramas de Gantt.
- Microsoft Visio 2012. Para la realización de algunas imágenes o de los planos del caso ficticio.
- Adobe Photoshop CS2. Para la edición de algunas imágenes.
- Paint. Para la creación y edición de imágenes sencillas.

Además de los recursos hardware y software, se han empleado recursos documentales propiedad de Fujitsu, para la adquisición de conocimiento.

1.5 Estructura de la memoria

Se incluye a continuación un breve resumen de cada uno de los capítulos de la memoria.

En el primer capítulo, *Introducción y objetivos*, se presenta la motivación de este proyecto, los objetivos que se persiguen, las fases de desarrollo en las que se ha dividido, los medios empleados y una breve descripción de cada uno de los capítulos de los que consta.

En el segundo capítulo, *Estado del arte*, se hace un recorrido por el pasado y el presente de lo CPDs, sus principales problemas y las estrategias de diseño de los mismos. Aquí entraríamos en la primera parte del proyecto, *Diseño de un CPD*, en el que se introducirán cada una de las infraestructuras del CPD.

En el tercer capítulo, *Instalaciones de obra*, se estudian las normativas aplicables, y se resumen las características de paredes, suelo, techos, pasamuros y pasacables.

En el cuarto capítulo, *Instalaciones de energía*, se tratan los sistemas alternativos de alimentación para el CPD: Sistemas de alimentación ininterrumpida y generadores, así como una breve introducción de alternativas para la generación de energía, regletas de distribución eléctrica y sistema de apagado de emergencia.

En el quinto capítulo, *Instalaciones de clima*, se introducen las normativas aplicables al campo de la refrigeración de CPDs, una breve definición del ciclo de refrigeración y los tipos de refrigerantes empleados, y se despliegan las distintas tecnologías de refrigeración, así como las arquitecturas más habituales. El capítulo termina con un resumen de los principales problemas de climatización en los CPDs.

El sexto capítulo, *Instalaciones de protección contra incendios*, menciona las normativas aplicables, para después entrar con más detalle en los apartados de detección y extinción de incendios en el CPD.

En el capítulo séptimo, *Instalaciones de racks y cableado*, se definen las distintas partes de un rack y los tipos de cableado y sus jerarquías, además de la arquitectura del CPD.

El octavo capítulo, *Instalaciones de seguridad*, trata las distintas restricciones físicas que debe tener un CPD, e introduce el concepto de monitorización.

A partir de este punto se entraría en la segunda parte del proyecto, *Implementación de un CPD*, en la que se abordará un caso práctico ficticio.

El capítulo noveno, *Pliego de prescripciones técnicas*, resume los requisitos que tendrá el cliente tipo en la construcción de su CPD y las consideraciones previas a tener en cuenta.

En el décimo capítulo, *Análisis de la situación actual*, se revisa la situación actual del cliente tipo a nivel de equipamiento e infraestructuras con el objetivo de ofrecer en el siguiente capítulo la mejor solución.

En el capítulo undécimo, *Propuesta técnica*, se presenta la solución ofrecida al cliente, tras una fase de consultoría en la que se analiza su situación actual.

El capítulo duodécimo, *Plan de proyecto y oferta económica*, incluirá el desglose de las tareas a realizar, el diagrama de Gantt y la oferta económica total del proyecto.

El capítulo duodécimo, *Conclusiones*, ofrece una selección de conclusiones obtenidas del diseño del CPD.

Bibliografía de referencias es la bibliografía que recoge todas aquellas referencias utilizadas a lo largo del documento.

Finalmente el anexo incluirá la siguiente información técnica:

Anexo I: Oferta económica desglosada, recopila las ofertas de cada una de las partidas incluidas.

Capítulo 2 Estado del arte

2.1 Evolución de los CPD

Un vistazo a la evolución de los CPD en las últimas décadas nos muestra que dicha evolución ha sido cíclica.

Según [\[Kas09\]](#), inicialmente el CPD los constituían los *mainframes*. Los *mainframes* eran computadoras de gran tamaño ubicadas en salas exclusivas que tenían la capacidad de ejecutar a la vez varios sistemas operativos, funcionando como varias máquinas virtuales. Poseían una gran potencia y velocidad, pero su principal problema era su elevado coste, tanto en desembolso inicial como en su puesta en marcha y mantenimiento, lo que desencadenó el avance hacia nuevas plataformas, más rápidas y baratas.

Fue durante los años 70 y 80 cuando los minicomputadores se convirtieron en una alternativa a los *mainframes*. Eran más pequeños, más baratos, y no requerían una ubicación tan específica como los *mainframes*.

La computación paralela apareció en los años 80. Los terminales empleados para interactuar con los sistemas *mainframe* fueron gradualmente reemplazados por redes de ordenadores personales conectados a servidores. Los sistemas de computación paralela permitían que muchos dispositivos trabajasen simultáneamente en la resolución de un problema.

La computación distribuida aparece en forma de ordenadores independientes conectados a través de una red de comunicaciones trabajan en un objetivo común. Una de las principales características de los entornos de computación distribuida es que todos los sistemas operativos están disponibles para los pequeños servidores de bajo coste. Las aplicaciones podían compartirse entre las estaciones de trabajo, que se convertían en servidores que servían a muchos usuarios.

A pesar de que este sistema proporcionó una gran libertad a la computación, fue también una de las causas de la creciente complejidad que ha llevado a las principales tendencias de hoy en día hacia la consolidación y la simplificación. Se fomentaron la dispersión y los entornos caóticos, ya que cada propietario gestionaba su minicomputador como deseara y cada vendedor tenía su propio sistema operativo. Pronto, muchos vendedores ofrecían ordenadores con sistema operativo UNIX. Este fue el comienzo de la computación distribuida moderna.

Con el tiempo, Linux y Windows NT han crecido en popularidad en los CPDs, pero UNIX permanece como el más común y más desarrollado. UNIX es el único sistema operativo capaz de soportar adecuadamente múltiples aplicaciones en una única instancia del sistema operativo. También permite la gestión de la carga de trabajo. A pesar de que los sistemas

operativos UNIX no están todavía presentes en los *mainframes*, las características de gestión de carga de trabajo proporcionan un adecuado soporte para la consolidación.

El siguiente paso en la evolución de los CPDs fue el *Grid Computing*, que hacía uso de las comunicaciones sobre internet para trabajar en un determinado problema. Utilizaba todos los recursos de varios ordenadores para funcionar como un supercomputador. La cima del *grid computing* fue en los años 90. Su principal uso era una única aplicación que requería una gran cantidad de fuentes dedicadas.

A mediados de los años 90 aparecen los primeros *clusters*. Un *cluster* es un conjunto de ordenadores unidos mediante una red de alta velocidad, de tal forma que el conjunto es visto como una única unidad, empleada para mejorar el rendimiento, la eficiencia y la disponibilidad, siendo además más económico que computadores individuales. Los componentes de hardware de un *cluster* son básicos, como los de cualquier PC, capaz de ejecutar un sistema operativo Unix, con adaptadores Ethernet estándar. No contienen ningún componente hardware personalizado y es fácilmente reproducible.

La libertad en el diseño de sistemas y aplicaciones fue beneficiosa en el sentido de que las aplicaciones se desarrollaban y salían al mercado con mucha rapidez. Mientras que esto supuso una gran ventaja competitiva en el entorno de negocio, conllevó un coste considerable. Se produjo un aumento del número de servidores en los CPDs, lo que provocó que la complejidad de gestionar estos servidores aumentara considerablemente, aumentando así mismo el coste de gestión global.

Es entonces cuando aparece la virtualización. Una máquina virtual es una implementación de una máquina en *software* que ejecuta programas como si fuera una máquina física. Los sistemas con máquinas virtuales permiten compartir los recursos físicos de la máquina anfitriona (*host*) entre diferentes máquinas virtuales huéspedes (*guest*), cada una ejecutando su propio sistema operativo.

Tras esto, apareció el concepto de Nube (*Cloud*). La Nube representa la utilización de recursos a través de internet, de forma flexible, y pagando únicamente por el consumo efectuado. Esto nos lleva a los conceptos de Infraestructura como servicio (*IaaS, Infrastructure as a Service*), Plataforma como servicio (*PaaS, Platform as a Service*) y Software como servicio (*SaaS, Software as a Service*).

La Infraestructura como servicio consiste en la externalización del equipamiento empleado para soportar las operaciones, incluyendo los componentes de *hardware* de almacenamiento, servidores y red [\[Scc12\]](#). Hace que el acceso a recursos como servidores, conexiones, almacenamiento o herramientas relacionadas con Internet, sea fácil y asequible, permitiendo a las empresas desarrollar un entorno de aplicaciones bajo demanda, en el que pagas por lo que usas.

La Plataforma como servicio facilita el acceso a sistemas operativos y servicios asociados sobre Internet sin necesidad de descargas o instalación [\[Scc12\]](#). Hace que el despliegue y

escalabilidad de una aplicación sea trivial y sus costes razonables y predecibles – una plataforma en la que cada uno puede desplegar sus aplicaciones.

Las aplicaciones de SaaS es un modelo de distribución de software en el que las aplicaciones son almacenadas por un vendedor o proveedor de servicios y puestas a disposición de los consumidores a través de una red (típicamente Internet) [\[Scc12\]](#). Son aplicaciones para el usuario final, no propietarias, bajo demanda y sin TI tras ellas.

Hoy en día la tendencia vuelve a ser la consolidación, con el fin minimizar la complejidad del CPD. Reduciendo el número de dispositivos a gestionar se minimizan también las formas de gestionarlo, y se simplificará la infraestructura del CPD. Una infraestructura más simple permite gestionar el CPD con mayor eficiencia, además de reducir el coste total de propiedad (TCO, *Total Cost of Ownership*).

2.2 Los CPDs en la actualidad

A medida que la información se ha convertido en un factor clave para los negocios y para la continuidad de los mismos, se requería una solución más robusta que implicase garantizar una fuente de alimentación secundaria (grupo electrógeno), sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs), refrigeración, detección y extinción de incendios, control de acceso, monitorización, etc. Por este motivo la necesidad de establecer y mantener un CPD eficiente surge cuando las organizaciones demandan continuidad, disponibilidad y escalabilidad para la estabilidad de sus negocios.

Cada día, las organizaciones de todo el mundo generan información de manera exponencial que necesita ser almacenada y mantenida en instalaciones que almacenen ingentes cantidades de datos. El CPD se convierte en un centro de operaciones crítico de cualquier negocio. El coste del tiempo de inactividad es tan elevado que la disponibilidad de las tecnologías IT es la mejor métrica para evaluar el CPD.

2.3 Problemas de los CPDs

En un estudio realizado por Emerson Network Power¹ en 2011 [\[Eme11a\]](#) basándose en las respuestas proporcionadas por 41 empresas de distintos sectores (financiero, telecomunicaciones, sanidad, gobierno,...) se estima que el coste medio por minuto de la caída de un CPD es 5.600\$, basados en la pérdida o corrupción de datos, pérdida de productividad, daños en el equipamiento, repercusiones legales, repercusiones en la reputación de la compañía, y un largo etcétera.

¹ Emerson Network Power es una empresa líder global en soluciones de redes de comunicaciones, CPDs, servicios de salud e instalaciones industriales. Web: www.emerson.com.

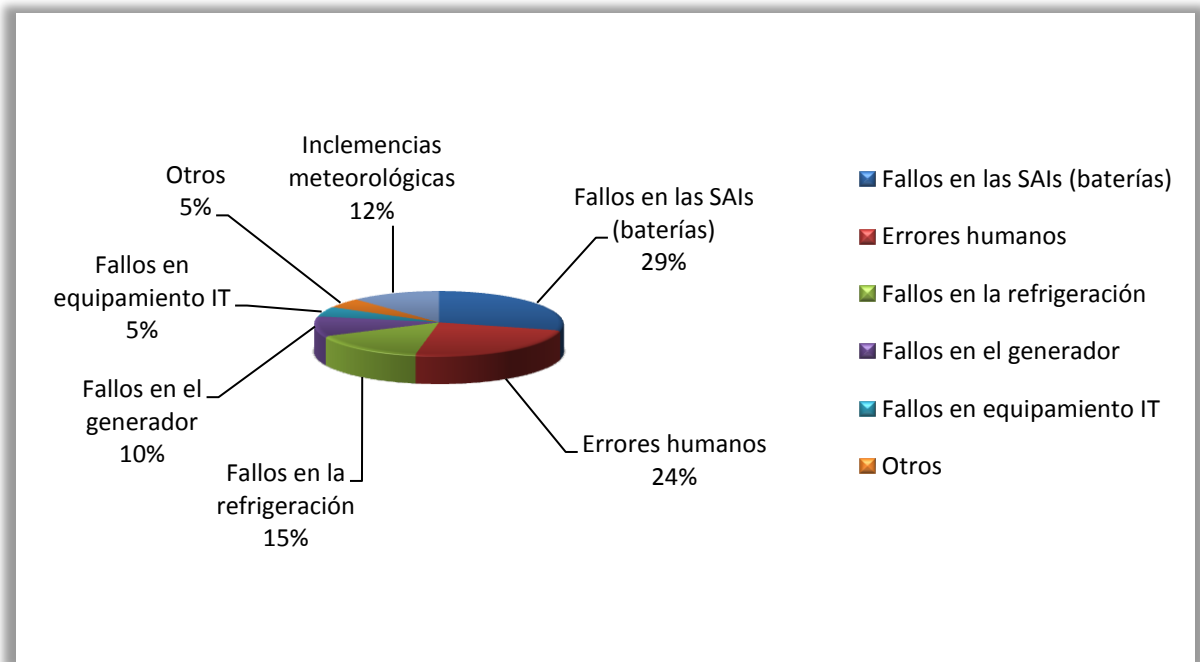


Ilustración 1: Causas de paradas de servicio

Como se muestra en la Ilustración 1 [Eme12], la mayoría de las causas de las paradas de servicio del CPD fueron fallos en las infraestructuras de alimentación y refrigeración. Sin embargo, otro gran porcentaje se corresponde a los errores humanos, por lo que es imprescindible promover los buenos hábitos en el CPD.

La disponibilidad se mide como un porcentaje de tiempo y normalmente se representa utilizando el número de “nueves”. Cuantos más nueves de disponibilidad, más cercano al 100% de tiempo activo tiene el CPD. Otra forma de entender la disponibilidad es considerar el tiempo que el CPD está sin servicio por año (Tabla 1, de *Designing the Data Center (BICSI)*).

Nivel de Disponibilidad	Porcentaje	Tiempo de caída por año
Seis Nueves	99,9999	32 segundos
Cinco Nueves	99,999	5 minutos, 15 segundos
Cuatro Nueves	99,99	52 minutos, 36 segundos
Tres Nueves	99,9	8 horas, 46 minutos
Dos Nueves	99	3 días, 15 horas y 40 minutos

Tabla 1: Niveles de disponibilidad del servicio

Niveles (Tiers)

Cuanto mayor sea la disponibilidad que queramos alcanzar para nuestro CPD, mayor será el número de niveles de infraestructura que deberá tener.

A la cantidad de infraestructura requerida para soportar todos los servidores o equipos de red que estén funcionando en el CPD, se le denomina capacidad N .

Este término puede aplicarse a todos los tipos de infraestructura, pero comúnmente se emplea para la alimentación de respaldo (o *standby*), refrigeración, y red del CPD.

N es el nivel más bajo para el que se diseña y construye un CPD. Sólo tiene los componentes imprescindibles para que funcione. $N+1$ es el siguiente nivel. La infraestructura $N+1$ puede soportar el CPD a capacidad completa e incluye un componente adicional, de modo que puede continuar funcionando normalmente si falla un único componente. Otros niveles superiores son $N+2$, $N+3$, y siguientes incrementando el número de componentes redundantes. Un nivel más alto es $2N$ e implica duplicar el número de componentes requeridos.

A pesar de que cada nivel añade protección, también añade complejidad. Paradójicamente, a medida que la complejidad aumenta, mayor es la probabilidad de que ocurra un error, bien durante la instalación, bien durante una emergencia, cuando el sistema de respaldo se necesita. Además el coste aumenta proporcionalmente a la redundancia.

El Uptime Institute² introduce el concepto de los *tiers*. El *tier* indica la fiabilidad de un CPD asociado a cuatro niveles de disponibilidad definidos. A mayor número de *tier* mayor disponibilidad. Existen cuatro *tiers* [\[Par2010\]](#):

- *Tier I* – Básico: 99.671% de disponibilidad
 - Línea de distribución de potencia y refrigeración única. No existen componentes redundantes (N).
 - Puede tener suelo elevado, SAIs o generadores.
 - Tiempo de inactividad de 28.8 horas al año.
 - Requiere una parada completa al menos una vez al año para realizar tareas de mantenimiento.
- *Tier II* – Componentes redundantes: 99.741% de disponibilidad
 - Menos susceptible a interrupciones por actividades planeadas o no planeadas.
 - Línea de distribución de potencia y refrigeración única. Incluye componentes redundantes ($N+1$).
 - Incluye suelo elevado, SAIs y generador/es.
 - Tiempo de inactividad de 22 horas al año.

² Organización enfocada a mejorar el rendimiento y la eficiencia del CPD. Propietaria del sistema de Certificación de *Tier* para CPDs.

- El mantenimiento de algunas partes de la infraestructura requiere una interrupción del servicio.
- *Tier III – Mantenimiento simultaneo: 99.982% de disponibilidad*
 - Permite interrupciones planificadas por mantenimiento sin afectar al servicio, pero eventos imprevistos pueden provocar paradas no planeadas.
 - Múltiples líneas de distribución de potencia y refrigeración, pero solo una activa. Incluye componentes redundantes ($N+1$).
 - Tiempo de inactividad de 1.6 horas al año.
 - Incluye suelo elevado y suficiente capacidad para soportar toda la carga en una de las líneas de distribución mientras se realizan tareas de mantenimiento en la otra.
- *Tier IV – A prueba de fallos: 99.995% de disponibilidad*
 - Las interrupciones planificadas no afectan al servicio y el CPD puede resistir al menos una interrupción no planificada sin que tenga impacto en la carga crítica.
 - Múltiples líneas de distribución de potencia y refrigeración. Incluye múltiples componentes redundantes ($2(N+1)$).
 - Tiempo de inactividad de 0.4 horas al año.

Parámetros de fiabilidad

Además de la disponibilidad, existen ciertos parámetros que miden la fiabilidad del sistema. De acuerdo con [\[CEM12\]](#), dichos parámetros son:

MTBF, Tiempo medio entre fallos

El MTBF (*Mean Time Between Failures*) representa el tiempo de funcionamiento correcto del SAI entre dos fallos consecutivos.

MTTR, Tiempo medio de reparación

El MTTR (*Mean Time To Repair*) representa el tiempo que estará el SAI fuera de servicio a causa de reparaciones.

Disponibilidad

La disponibilidad viene definida por la siguiente fórmula:

$$A = \left(1 - \frac{MTTR}{MTBF}\right) * 100$$

2.3.1 Eficiencia y huella de carbono

Las dos magnitudes más extendidas para medir la eficiencia energética del CPD son las siguientes:

- *Power Usage Effectiveness* (PUE). Fue creado por los miembros del *Green Grid*³. Consiste en dividir la potencia total suministrada al CPD entre la potencia que consume el equipamiento IT. La máxima eficiencia es 1.
- *Data Center Infrastructure Efficiency* (DCIE) es el recíproco del PUE y se expresa como un porcentaje, que mejora a medida que se acerca al 100%.

Asociada a la eficiencia energética está la huella de carbono. La huella de carbono es la cantidad de gases de efecto invernadero generada por el CPD. Al igual que en otros sectores, debido en parte al encarecimiento de la energía y también a la cada vez mayor conciencia ecológica, reportar la huella de carbono está siendo cada vez más habitual. En los CPD se consume mucha electricidad y se genera mucha energía térmica que se desperdicia. El uso de CPDs supone un consumo del 1% de la energía a nivel mundial y las TIC suponen ya el 2% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero a la atmósfera [Gar07]. En los últimos años, el coste de los servidores ha seguido una tendencia descendente y prácticamente se ha visto superado por el coste de la electricidad que consumen, tal como muestra la Ilustración 2 (de IDC, 2006).

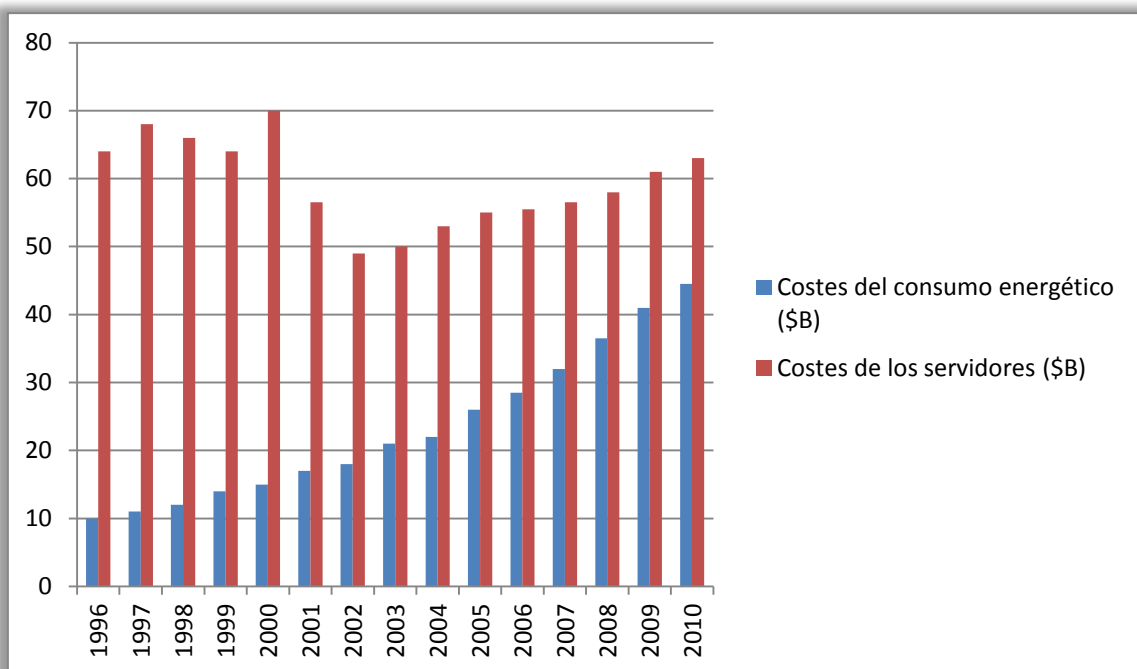


Ilustración 2: Evolución de los costes de servidores vs. Consumo energético

³Green Grid: Asociación de profesionales TI que busca aumentar la eficiencia de los CPDs.

En un CPD, a grandes rasgos, la mitad de la energía la consume el equipamiento TIC y la otra mitad los sistemas de soporte (alimentación y refrigeración), como se advierte en la Ilustración 3 [\[Eme12\]](#):

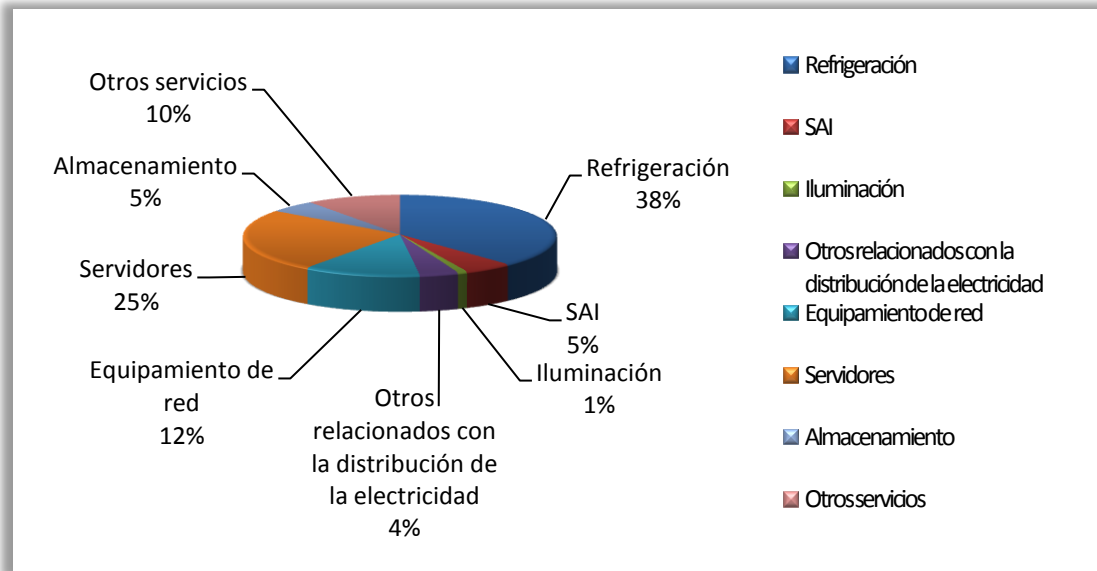


Ilustración 3: Distribución del consumo energético del CPD

Existe un efecto cascada al mejorar la eficiencia a nivel de componente de servidores, amplificándose en una menor demanda de los sistemas de apoyo. El ahorro de 1W de energía a nivel de componentes del servidor implica un ahorro total de 2,84W [\[Eme11b\]](#).

En cuanto a la refrigeración, todo equipo eléctrico produce calor, que debe extraerse para evitar que la temperatura del equipo aumente hasta un nivel inaceptable. La energía transmitida por el equipamiento TIC a través de las líneas de datos es insignificante. Por tanto, toda la energía que se consume de la red de suministro de alimentación de corriente alterna se convierte principalmente en calor, de modo que la energía térmica producida por los equipos de TI en vatios (W) iguala al consumo energético en vatios. La energía térmica total producida por un sistema es la suma de la energía térmica producida por cada uno de sus componentes. El sistema completo incluye los equipos de TIC, además de otros elementos como SAIs, unidades de aire acondicionado, iluminación y personas. Las unidades de aire acondicionado crean una cantidad importante de calor, que se extrae al exterior y no crea una carga térmica dentro del centro de datos, pero que afecta de forma negativa la eficiencia del sistema de aire acondicionado y normalmente se tiene en cuenta al dimensionar el mismo.

Las contribuciones de las SAIs y la distribución de alimentación a la energía térmica producida se amplifican por el hecho de que el sistema está funcionando normalmente sólo a un 30% de su capacidad [\[Ras12\]](#). Si el sistema funcionara al 100% de su capacidad, la eficacia de los sistemas de alimentación se incrementaría y sus contribuciones a la energía térmica producida por el sistema disminuirían. El sobredimensionamiento del sistema conlleva una disminución de la eficacia, pero no siempre es evitable.

La demanda de infraestructuras y sistemas de información es cada vez más elevada y esto se traduce en una demanda energética cada vez mayor. El problema del ahorro energético es, por lo tanto, crucial para todas las empresas.

2.4 Coste Total de Propiedad (TCO) y Retorno de Inversión (ROI)

La infraestructura física del CPD es la base de las tecnologías de la información y de las redes de comunicaciones. Sus elementos suministran la potencia, refrigeración, espacio físico, seguridad, protección contra incendios y cableado, lo que permite el funcionamiento de las TIC. El valor de negocio de una organización está basado en tres objetivos: incrementar los ingresos, reducir costes y utilizar mejor los activos. Los tres están orientados a mejorar las ganancias [\[Tor11\]](#).

Inicialmente, el cálculo del valor de la infraestructura física del CPD estaba basado en el coste inicial y la disponibilidad, pero los continuos cambios en los entornos TIC han establecido dos criterios adicionales: flexibilidad y TCO. La flexibilidad es la capacidad del sistema para adaptarse a los cambios, lo que implica velocidad de despliegue, escalabilidad y habilidad para reconfigurarse. El coste inicial (*CAPEx*) es solo una parte del TCO. Deben tenerse en cuenta también los costes de operación y mantenimiento (*OPex*) para hacerse una idea completa del negocio.

Predecir y calcular el TCO de la infraestructura física del CPD es necesario para realizar análisis de Retorno de Inversión (ROI, *Return of Investment*).

El desglose del coste de los componentes del CPD (Ilustración 4 [\[Eme12\]](#)) puede darnos una perspectiva sobre las oportunidades para controlar o reducir el TCO en varias áreas.

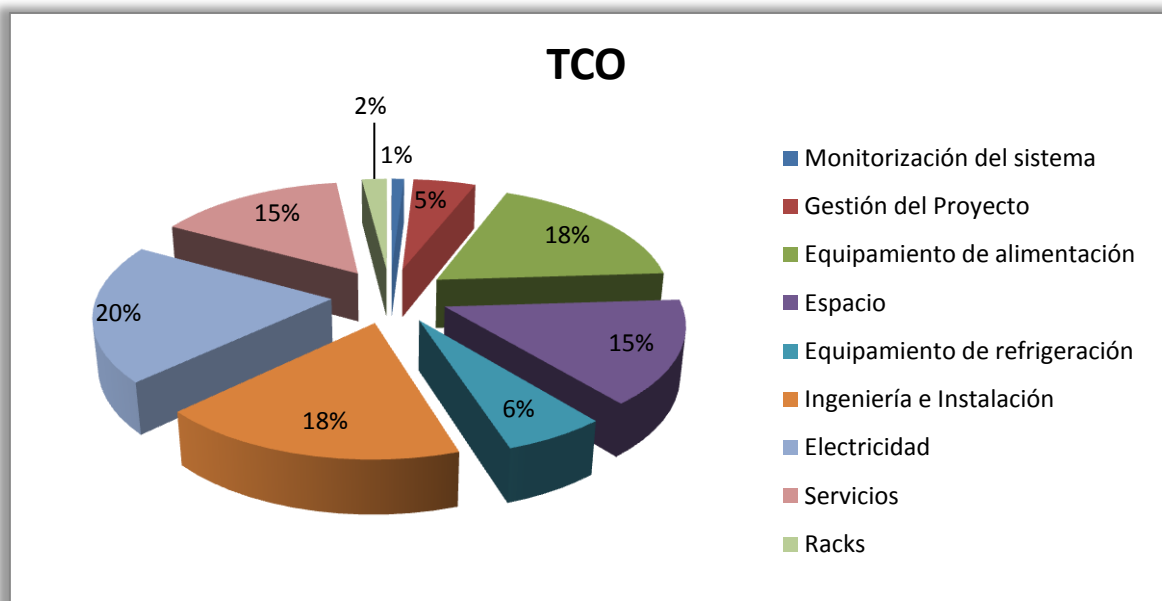


Ilustración 4: Coste Total de Propiedad

La mayoría de los ahorros se obtienen de redimensionar adecuadamente, por dos razones. La primera, el CPD que no se necesita nunca debería construirse. Segunda, la infraestructura que se necesita no debería desplegarse hasta que realmente se necesite, haciéndolo de un modo escalable para poder seguir creciendo de acuerdo a las necesidades futuras.

2.5 Estrategias de diseño

La primera decisión en el proyecto de un CPD es si alquilar un espacio para servidores a una compañía externa, o construirlo dentro de la suya. En el primer caso, los servidores están fuera de la empresa, en un CPD propiedad de otra compañía. Esta compañía proporciona y mantiene toda la infraestructura: alimentación, conectividad, refrigeración, sistemas de prevención/extinción de incendios, control de temperatura,... Los costes del alquiler de un CPD subcontratado vienen generalmente determinados por la superficie y los *racks* que los servidores ocupan, cuánta potencia consumen, y que cantidad de conectividad y soporte necesitan. En el segundo caso, el espacio y toda la infraestructura pertenecen a la propia empresa. La empresa establece el diseño, supervisa la construcción, lo gestiona y proporciona el soporte una vez que está en funcionamiento. Todo esto convierte a la empresa en responsable del CPD a la vez que le otorga completo control sobre él. La diferencia entre ambos radica en la propiedad, responsabilidad, acceso y costes.

Para crear un CPD resistente deben seguirse cinco estrategias de diseño [\[Alg05\]](#):

1. **Robusto:** Sobre todo, un CPD debe ser resistente. La razón de la existencia de un CPD es salvaguardar el equipamiento más crítico de una compañía y sus aplicaciones. No importa qué catástrofes ocurran fuera, el CPD debe mantenerse operativo. La infraestructura debe estar preparada para no tener ningún punto único de vulnerabilidad.
2. **Modular:** El CPD debe diseñarse en segmentos intercambiables. Cabinas de servidores con idéntica infraestructura agrupadas en filas idénticas. La modularidad aporta al CPD simplicidad y escalabilidad.
3. **Flexible:** Cuanto mejor responda el CPD a los cambios, mayor valor tiene para los negocios. El nuevo equipamiento debe instalarse rápida y fácilmente, con el mínimo coste e interrupción de la operatividad. El CPD debe construirse empleando componentes fáciles de cambiar o mover.
4. **Estándar:** A pesar de que el CPD esté constituido de infraestructuras completamente diferentes unas de otras, debe diseñarse manteniendo una misma apariencia, señalización, código de colores, etiquetado,... Estandarizar el CPD facilita la resolución de problemas y asegura un control de calidad.
5. **Buenos hábitos:** Los usuarios del CPD siempre van a buscar la solución más rápida a los problemas y la de menor dificultad. Por este motivo, debe proporcionárseles accesibilidad y simplicidad para que ejerciten buenos hábitos.

Parte I: Diseño de un CPD

De todo lo anterior podemos resumir que el CPD no son sólo los equipos de TI en los que reside la información de la organización. El CPD es también toda la infraestructura que garantizará el correcto funcionamiento de los equipos de TIC para que dicha información no se pierda.

A continuación veremos una breve descripción de cada una de las infraestructuras que detallaremos en los siguientes capítulos.

- **Obra:** Se refiere al área que ocupa el CPD y sus espacios asociados, como cuartos de electricidad y salas de almacenamiento y/o desembalaje. Suelos, techos, paredes.
- **Energía:** Suministro eléctrico, sistemas de alimentación ininterrumpida, grupo electrógeno, luminaria, toma de *tierra*. Incluye paneles eléctricos, conductos y registros. La alimentación eléctrica es suministrada generalmente por un proveedor externo.
- **Climatización:** El sistema de climatización se compone de una unidad interior que absorbe el calor, una unidad exterior que lo libera, un compresor (aumenta la presión) y válvula de sobrepresión, y su principal misión radica en extraer el calor del CPD.
- **Sistema de protección contra incendios (PCI):** Incluye los sistemas de detección y los de extinción.
- **Racks:** Son los habitáculos donde se instalan los sistemas de información (servidores y comunicaciones).
- **Cableado:** Se trata del sistema de cableado estructurado del CPD. Cobre y fibra óptica son los medios típicos y terminan en varios tipos de conectores estandarizados.
- **Seguridad:** Controles de seguridad como lectores de tarjeta o cámaras de video vigilancia. Sistemas de monitorización.

Dichas infraestructuras son las que contribuirán a proporcionar la disponibilidad y seguridad requerida por los equipos de TIC que se encuentren en su interior.



Capítulo 3 Instalaciones de Obra

Como ya se comentó en el capítulo anterior, la información se ha convertido en el primer patrimonio de las empresas. Por ese motivo, el CPD es una instalación de alto riesgo. La seguridad constituye, por consiguiente, uno de los principales problemas en todo CPD. El CPD deberá estar estructuralmente protegido contra fuego, agua e intrusiones.

3.1 Normativas

Existen normativas, tanto nacionales e internacionales, para definir el comportamiento de los elementos constructivos frente al fuego, agua, polvo e intrusiones:

- UNE-EN 13501-1⁴ [\[Aen10a\]](#): Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
- DB SI [\[CTE07\]](#): Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio que forma parte del CTE⁵ y que tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.
- UNE 20324 [\[UNE93\]](#): Equivalente a la norma europea EN 60529⁶. Trata los grados de protección proporcionados por las envolventes en cuanto a la penetración de cuerpos sólidos y agua (Códigos IP).
- UNE-EN 50102 [\[UNE95\]](#): Trata los grados de protección proporcionados por las envolventes contra impactos mecánicos nocivos (Códigos IK).
- DIN EN 1627⁷ [\[DIN11\]](#): Sistemas de protección antirrobo.

3.1.1 Resistencia al fuego de los elementos constructivos

Existen tres características principales del comportamiento de resistencia al fuego [\[VLV+10\]](#):

⁴Normas UNE. Nomenclatura de Una Norma Española, normas creadas por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). Se trata de documentos de aplicación voluntaria que contienen especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico.

⁵CTE, Código Técnico de Edificación, es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de Ordenación de la Edificación (LOE).

⁶Estándar Europeo, EN. Se trata de estándares que han sido adoptados por una de las tres organizaciones europeas de estandarización: CEN, CENELEC o ETSI.

⁷Deutsches Institut für Normung, (Instituto Alemán de Estandarización), DIN.

- *R*: Capacidad portante, es el tiempo durante el cual el elemento mantiene su resistencia mecánica.
- *E*: Integridad, es el tiempo durante el cual el elemento impide el paso de las llamas y la producción de gases calientes en la cara no expuesta al fuego.
- *I*: Aislamiento, es el tiempo durante el cual el elemento cumple su función de aislante térmico para que no se produzcan temperaturas excesivamente elevadas en la cara no expuesta al fuego.

Todos ellos seguidos de un número que representa el tiempo en minutos durante el cual se cumplen las exigencias. Por ejemplo, una pared con resistencia al fuego EI-120 es una pared cuya integridad y aislamiento perduran durante al menos 120 minutos.

Estos parámetros se combinan dependiendo de las características del elemento, siendo las más comunes R, EI y REI.

3.1.2 Reacción al fuego

Existen siete clases de reacción al fuego, que representan la inflamabilidad y contribución al fuego:

- A1: No combustible; sin contribuir al fuego en grado máximo.
- A2: No combustible; sin contribuir al fuego en grado menor.
- B: Combustible con contribución muy limitada al fuego.
- C: Combustible con contribución limitada al fuego.
- D: Combustible con contribución media al fuego.
- E: Combustible con contribución alta al fuego.
- F: Sin clasificar.

Además, otros dos parámetros complementan esta información:

Opacidad de los humos producidos

- s1: Baja opacidad.
- s2: Opacidad media.
- s3: Alta opacidad.

Caída de gotas o partículas inflamadas

- d0: No las produce.
- d1: Las produce en grado medio.
- d2: Las produce en grado alto.

Según su aplicación

- Sin subíndice para materiales de techos y paredes.
- Con subíndice FL para materiales de suelos.
- Con subíndice L para materiales de aislamientos de tuberías y conducciones en general.

Por ejemplo, un revestimiento clasificado como A1- s1, d0 es un revestimiento no combustible, que produce humos de baja opacidad, y que no produce gotas o partículas inflamadas. Un revestimiento de suelo A1_{FL}-s1 es un revestimiento para suelos no combustible y que produce humos de baja opacidad.

3.1.3 Códigos IP

Es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección [\[Piq01\]](#).

El código IP está formado por dos números de una cifra cada uno, situados inmediatamente después de las letras IP, y que son independientes el uno del otro:

- Primera cifra característica, indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas (típicamente bajo tensión o piezas en movimiento que no sean ejes rotativos y análogos), limitando o impidiendo la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, garantizando simultáneamente la protección del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños (Tabla 2).

Cífra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 50 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm
2	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 12 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1 mm
5	Protegida contra la penetración de polvo	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sin que el polvo entre en la cantidad suficiente que llegue a perjudicar

		el funcionamiento satisfactorio del equipo
6	Totalmente estanco al polvo	Ninguna entrada de polvo

Tabla 2: Códigos IP, primera cifra característica

- Segunda cifra característica, indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua (Tabla 3).

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Tipos de protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas de agua no deberá tener efectos perjudiciales
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando la envolvente esté inclinada hasta 15° con respecto a la posición normal
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60° con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas direcciones sobre la envolvente no deberá tener efectos perjudiciales
5	Protegida contra los chorros de agua	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales
6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Bajo los efectos de fuertes chorros o con mar gruesa, el agua no deberá penetrar en la envolvente en cantidades perjudiciales
7	Protegida contra los efectos de la inmersión	Cuando se sumerge la envolvente en agua en unas condiciones de presión y con una duración determinada, no deberá ser posible la penetración de agua en el interior de la envolvente en cantidades perjudiciales
8	Protegida contra la inmersión prolongada	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante. NOTA – Esto significa normalmente que el equipo es rigurosamente estanco.

Tabla 3: Códigos IP, segunda cifra característica

- Adicionalmente, de forma opcional, y con objeto de proporcionar información suplementaria sobre el grado de protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, puede complementarse el código IP con una letra colocada inmediatamente después de las dos cifras características (Tabla 4). Estas letras proporcionan información sobre la accesibilidad de determinados objetos o partes del cuerpo a las partes peligrosas en el interior de la envolvente.

Letra	La envolvente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
A	Una gran superficie del cuerpo humano tal como la mano (pero no impide una penetración deliberada).
B	Los dedos u objetos análogos que no excedan en una longitud de 80 mm.
C	Herramientas, alambres, etc., con diámetro o espesor superior a 2,5 mm.
D	Alambres o cintas con un espesor superior a 1 mm.

Tabla 4: Códigos IP, letras adicionales

3.1.4 Códigos IK

Se trata de un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior [\[Piq01\]](#) (Tabla 5).

Grado IK	IK 00	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Energía (J)	-	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
Masa y altura de la pieza de golpeo	-	0,2 Kg 70 mm	0,2 Kg 100 mm	0,2 Kg 175 mm	0,2 Kg 250 mm	0,2 Kg 350 mm	0,5 Kg 200 mm	0,5 Kg 400 mm	1,7 Kg 295 mm	5 Kg 200 mm	5 Kg 400 mm

Tabla 5: Grados IK

3.1.5 Resistencia antirrobo

La norma DIN V ENV 1672 define seis niveles de protección [\[Wik12a\]](#):

- WK1: Los elementos tienen una protección básica contra intentos de entrar usando la fuerza física. Estos elementos solamente presentan poca protección contra palancas.
- WK2: Los elementos tienen protección contra la fuerza física y herramientas simples, como destornilladores, alicates y cuñas, durante al menos 3 minutos.
- WK3: Protección contra otras herramientas: un segundo destornillador y una palanca, durante al menos 5 minutos.
- WK4: Protección contra otro tipo de herramientas de corte y percusión como son el hacha, el escoplo, el martillo y el cincel, así como la taladradora de batería, durante al menos 10 minutos.
- WK-5: Protección contra herramientas eléctricas: taladradora, sierra eléctrica, durante al menos 15 minutos.
- WK-6: Lo mismo que WK-5 pero durante al menos 20 minutos.

3.2 Paredes

Los fuegos no suelen iniciarse en el interior del CPD. Los daños en un CPD generalmente resultan del fuego (o el humo y gases) que comienza en otras partes y se extiende a la sala del CPD. Debido al valor de la información almacenada y al impacto negativo para el negocio que supondría una pérdida de la misma, todos los materiales usados en la construcción de la sala de equipamiento IT deben ser incombustibles. El CPD debe convertirse en un recinto estanco. Sus paredes deben tener un grado mínimo de resistencia al fuego y deben proporcionar barrera frente al humo. También es importante el daño que puede producir el agua, por lo que todas las entradas del suelo, de la pared y del techo deben estar selladas.

Los métodos más comunes de proteger las paredes del CPD son mediante placas de yeso y mediante paneles.

3.2.1 Placas de yeso y trasdosados

Las placas de yeso son materiales para la construcción formados por un alma de yeso recubierta en ambos lados por capas de celulosa especial multi-hoja. Se presentan en tableros de diferentes medidas así como distintos espesores. Es un material no inflamable, que se puede cortar, atornillar, taladrar y que además tiene un excelente comportamiento frente al fuego, es buen aislante térmico y consigue grandes aislamientos acústicos, además de ser un regulador natural de la humedad [\[Pla12\]](#).

Los trasdosados son los revestimientos de la cara interior de un muro exterior o de cualquiera de las dos caras de un muro interior, que le aportan una mejora técnica o estética.

3.2.2 Paneles

Se trata de paneles modulares que forman en el interior de la sala del CPD un recinto protegido contra fuego, calor, humos, gases corrosivos, vapor, inundación, campos electromagnéticos de alta y baja frecuencia.

Las principales ventajas de este tipo de soluciones son:

- Modularidad
- Seguridad
- Ahorro de energía
- Adaptables
- Reutilizables
- Alta resistencia mecánica

3.3 Suelo técnico

Se le conoce también como falso suelo. Está compuesto de baldosas de medida estándar de 60x60 cm. apoyadas sobre pedestales de acero ajustables en altura, consiguiendo un falso suelo firme sobre la solera existente. Bajo el suelo técnico se crea una cámara (plenum) que consiste en un espacio libre para el alojamiento de cableado o para ser empleado en el circuito de refrigeración de la sala. Al ser los paneles idénticos se facilita el intercambio de los mismos, garantizando tanto la accesibilidad como la flexibilidad.

El suelo elevado está compuesto por las siguientes partes, tal y como muestra la Ilustración 5⁸:

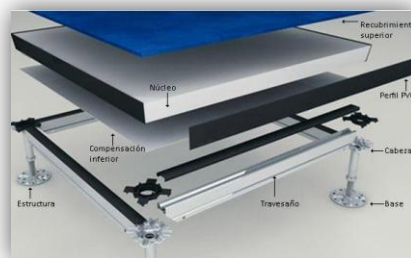


Ilustración 5: Suelo elevado

Estructura

La estructura está formada por dos partes, cabeza y base. Es regulable en altura. Sobre la cabeza se apoyan los travesaños, que sujetarán la baldosa. Existen diferentes tipos de estructuras, y sus parámetros más importantes son:

- Altura mínima
- Altura máxima
- Carga máxima axial sin deformación

Suelen ser de aluminio o acero.

Baldosas

Las baldosas son de un tamaño estándar de 60x60 cm. y 4 cm. de grosor.

Están constituidas por un núcleo central, recubierto superior e inferiormente por distintos materiales, y rematado por una protección perimetral de PVC de 2 mm de espesor [Esp12]. Los tableros pueden ser aglomerados de madera y otros materiales lignocelulósicos, de cemento o de anhidrita. Los recubrimientos pueden ser de PVC, Linóleoum, tarimas, corchos, estratificados,...

⁸ Ilustración extraída de Butech, www.butech.es.

Sus parámetros más importantes son:

- Lado
- Diagonal
- Espesor
- Peso
- Clasificación Reacción al Fuego según UNE 23727-90, dependiendo del recubrimiento superior

3.4 Techos suspendidos

Los techos, al igual que los suelos, deben contribuir a convertir el recinto del CPD en un lugar protegido contra fuego y humedad. Están formados por anclajes, perfilería y baldosas de 60x60 cm.

Las clases de reacción al fuego de revestimientos de paredes y techos son (ver apartado [3.1.2](#)):

Antigua clasificación	EN 13501-1
M0	A1 ó A2-s1,d0
M1	B-s3,d0
M2	C-s3,d0
M3	D-s3,d0

Tabla 6: Clasificación de reacción frente al fuego de paredes y techos

3.5 Pasamuros y pasacables

Para garantizar que el recinto del CPD está totalmente protegido contra amenazas externas, también es importante sellar los pasos de cables a través de las paredes, suelos o techos.

Los pasamuros ofrecen protección contra humedad, lluvia, polvo, arena, perturbaciones electromagnéticas (RFI/EMI) e incendios. No son solo para las paredes, también pueden emplearse en los *racks*. Al proporcionar un sellado estanco permiten un ahorro energético de hasta un 10%.

Otro tipo de soluciones son los pasacables para falso suelo. Se trata de unos marcos que se instalan en las baldosas del falso suelo en huecos cortados a medida, y llevan unos cepillos que impiden el paso de aire pero no de los cables. Entre sus principales ventajas destaca el aumento de la capacidad de refrigeración, contribuyendo a minimizar las pérdidas de aire refrigerado que se escapa desde el plenum hacia la sala por los orificios para cables.

Capítulo 4 Instalaciones de Energía

La energía suministrada por los sistemas de distribución eléctrica, tanto públicos como privados, es una tensión senoidal de frecuencia y amplitud fijas, pero suele existir un cierto grado de fluctuación sobre estos valores nominales. Las fluctuaciones permitidas en el suministro de baja tensión están definidas en la norma EN 50160 [\[EN11\]](#). Además de estas fluctuaciones, se pueden producir otras perturbaciones en el sistema que producen distorsiones de la onda senoidal de la tensión.

Todos los equipos necesitan una energía continua, libre de interrupciones y alteraciones. Un estudio realizado por Electric Power Research Institute muestra que las pérdidas del sector empresarial en EEUU alcanzan los 188 billones⁹ de dólares al año, de los cuales hasta 24 billones de dólares pueden ser debidos a problemas de calidad de la señal y 164 billones de dólares a interrupciones en el suministro eléctrico [\[Sey11\]](#).

Por ello, muchas cargas¹⁰ requieren un suministro que esté protegido contra dichas perturbaciones del sistema de distribución. El centro de datos o la sala de red deben estar preparados para interrupciones prolongadas del suministro eléctrico.

Señal eléctrica

La electricidad que proporciona la red eléctrica es una corriente alterna (AC), representada como una señal suave, simétrica, y que varía 50 ciclos por segundo (Herzios).

Cuando la señal sufre algún cambio en su tamaño, forma, simetría, frecuencia o desarrolla muescas, impulsos, oscilaciones o caídas a cero, existe una alteración. Las principales alteraciones del suministro eléctrico son las que se enuncian a continuación [\[Sey11\]](#):

- Transitorios: son las alteraciones más perjudiciales. Pueden ser:
 - Impulsivos: se trata de picos de tensión provocados por una mal puesta a *tierra*, cargas inductivas, descargas electrostáticas,... (Ilustración 6, [\[Sch12\]](#)). Los resultados pueden ser la pérdida o corrupción de datos y el daño del equipamiento.

⁹ Billones (USA) equivale a 10⁹.

¹⁰ Mediante cargas se hace referencia a todos los equipos conectados al sistema de distribución eléctrico.



Ilustración 6: Transitorio impulsivo

- Oscilatorios: se trata de cambios en la onda estacionaria, provocando una subida y a continuación una disminución muy rápidas (Ilustración 7, [\[Sch12\]](#)). Ocurren al apagar una carga inductiva o capacitiva.

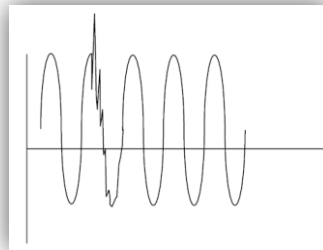


Ilustración 7: Transitorio oscilatorio

- Interrupciones: se definen como una pérdida total de voltaje o corriente eléctrica (Ilustración 8, [\[Sch12\]](#)). Dependiendo de la duración puede ser instantánea, momentánea, temporal o sostenida.

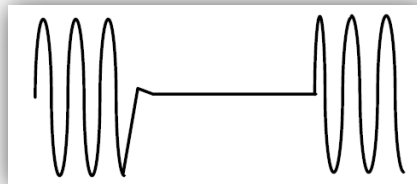


Ilustración 8: Interrupción

- Caída de tensión: es una reducción del voltaje a una determinada frecuencia (Ilustración 9, [\[Sch12\]](#)).

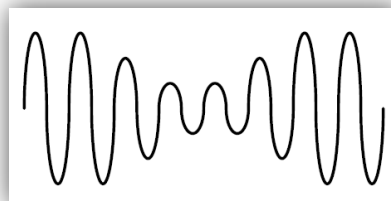


Ilustración 9: Caída de tensión

- Sobretensión: es un incremento del voltaje a una determinada frecuencia (Ilustración 10, [\[Sch12\]](#)).

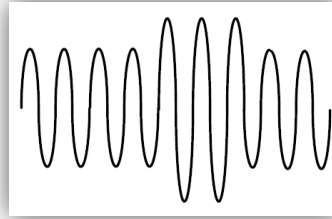


Ilustración 10: Sobretensión

- Distorsión de la forma de onda: algunas distorsiones son las que se muestran a continuación.
 - Offset de continua: una corriente continua atraviesa el sistema de alterna añadiendo corrientes no deseadas.
 - Armónicos: corrupción de la señal en frecuencias múltiplo de la frecuencia fundamental.
 - Interarmónicos: resultado de una tensión impuesta en la alimentación eléctrica.
 - Ruido: voltaje o corriente superpuestos a la forma de onda.
- Fluctuaciones: se trata de una variación sistemática de la forma de onda o de una serie de cambios aleatorios, de pequeñas dimensiones (Ilustración 11, [\[Sch12\]](#)).

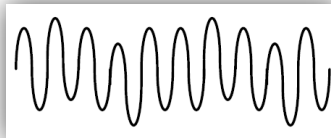


Ilustración 11: Fluctuaciones

- Variaciones de frecuencia: son extremadamente raras en sistemas eléctricos estables (Ilustración 12, [\[Sch12\]](#)).

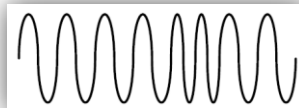


Ilustración 12: Variaciones de frecuencia

4.1 Sistemas de Alimentación Ininterrumpida

Un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) es un dispositivo de suministro eléctrico que posee una batería a través de la cual proporciona energía a un equipo en el caso de interrupción eléctrica. En el caso de producirse un corte en el suministro eléctrico, la SAI se pone en marcha proporcionando energía a la carga durante unos minutos, hasta que arranque el sistema de alimentación de reserva o se restablezca el suministro de electricidad principal. Otra función de las SAIs es depurar la electricidad suministrada directamente por la compañía eléctrica (*corriente sucia*) y mejorar su calidad (*corriente limpia*).

Algunos de los principales parámetros de una SAI se muestran a continuación.

Potencia activa y potencia aparente

La potencia aparente (S) de un SAI se especifica en voltamperios (VA) o kVA. No es la realmente útil (salvo cuando el Factor de Potencia es igual a 1). Se define como el producto del Voltaje por la Intensidad:

$$S = V * I$$

La potencia activa (P) de un SAI se especifica en W o KW y está definida como:

$$P = S * FP, \quad \text{donde } FP \text{ es el Factor de Potencia}$$

El valor nominal en VA es siempre igual o superior al valor nominal en W. La relación entre el valor nominal en vatios y el valor nominal en voltamperios se denomina factor de potencia. Los sistemas SAI tienen un valor nominal máximo en vatios y en voltamperios. Ninguno de estos valores nominales se puede sobrepasar [\[Ras06a\]](#).

Curva de eficiencia

La forma básica de una curva de eficiencia es la que se muestra a continuación, en la Ilustración 13, [\[Sch12\]](#):

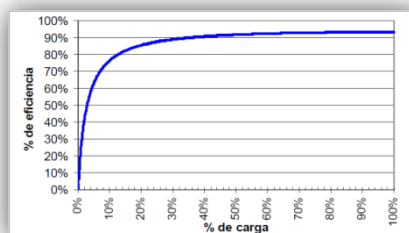


Ilustración 13: Curva de eficiencia

La curva de eficiencia muestra la relación entre la potencia de entrada y salida en función del nivel de carga.

Pérdida sin carga

Con una carga del 0%, toda la potencia de entrada es utilizada por la SAI; de ahí el nombre “sin carga”. Además de la pérdida sin carga existen otro tipo de pérdidas que afectan a la eficiencia de la SAI:

- Pérdidas proporcionales: a medida que aumenta la carga, una mayor cantidad de energía debe ser empleada por diversos componentes de la SAI.
- Pérdidas de ley cuadrática: a medida que aumenta la carga, aumenta la corriente eléctrica que circula por sus componentes. La pérdida en potencia disipada en forma de calor es proporcional al cuadrado de la corriente.

Otros parámetros

Otros parámetros de la SAI son:

- Tiempo de autonomía, es el tiempo en que el SAI puede seguir alimentando la carga tras un corte del suministro eléctrico.
- Baterías, sirven para garantizar el tiempo de autonomía del SAI especificado para la potencia aparente de la carga y el factor de potencia para el que está diseñado. Normalmente pueden instalarse en el mismo armario que la SAI. Generalmente son de plomo o de una combinación de níquel y cadmio.

4.1.1 Tipos de SAIs

Además de la autonomía de la batería, el coste, el tamaño, el fabricante, el número de tomas o la capacidad de gestión, la tipología de un SAI afecta a su funcionamiento en distintos entornos, por lo que es un importante factor a tener en cuenta a la hora de elegir un SAI. A grandes rasgos, existen tres tipos de SAIs: *standby*, de línea interactiva y *on-line* de doble conversión. A continuación se resumen sus principales características [\[CEM12\]](#).

SAI Standby

En condiciones de suministro de energía normales, la fuente primaria es la entrada de corriente alterna (CA), que pasa a través de filtros y/o supresores de tensión (opcionales) hasta el interruptor de transferencia (circuito con línea continua). En caso de fallar la fuente primaria, el interruptor de transferencia conmuta la carga a la fuente de energía de respaldo de batería/ inversor (circuito con línea discontinua), poniéndose en funcionamiento el inversor y manteniéndose el suministro de energía mientras dure la energía almacenada en la batería o hasta que se restablezca el suministro principal. En la Ilustración 14, [\[Sch12\]](#), se presenta un esquema de este tipo de SAI.

Ventajas:

- Altos niveles de eficiencia.

- Tamaño pequeño.
- Bajo coste.

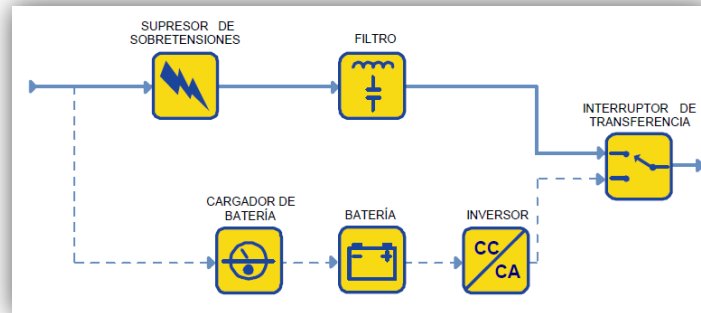


Ilustración 14: SAI Standby

SAI de línea interactiva

En este tipo de diseño, el inversor siempre está conectado a la salida del SAI. Mientras la alimentación CA de entrada es normal, se carga la batería.

Cuando falla la alimentación de entrada, el interruptor de transferencia se abre y el flujo de energía se produce desde la batería hasta la salida del SAI, tal y como se muestra en la Ilustración 15, [\[Sch12\]](#).

Ventajas:

- Altos niveles de eficiencia.
- Tamaño pequeño.
- Bajo coste.
- Alta confiabilidad.
- Capacidad de corregir condiciones de tensión de línea alta o baja.

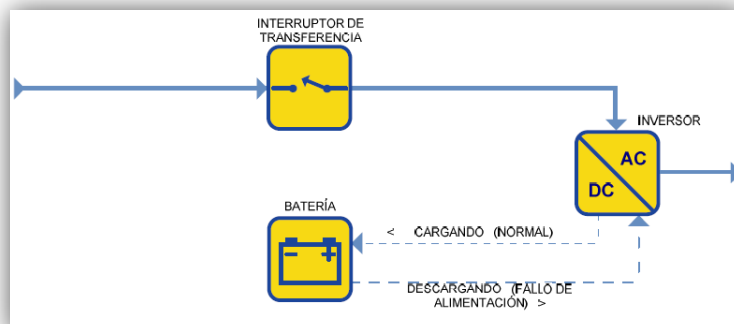


Ilustración 15: SAI de línea interactiva

SAI en línea de doble conversión

El diagrama de bloques (Ilustración 16, [Sch12]) es el mismo que para la SAI *standby*, excepto porque el circuito de energía primaria es el del inversor en lugar de la red de CA.

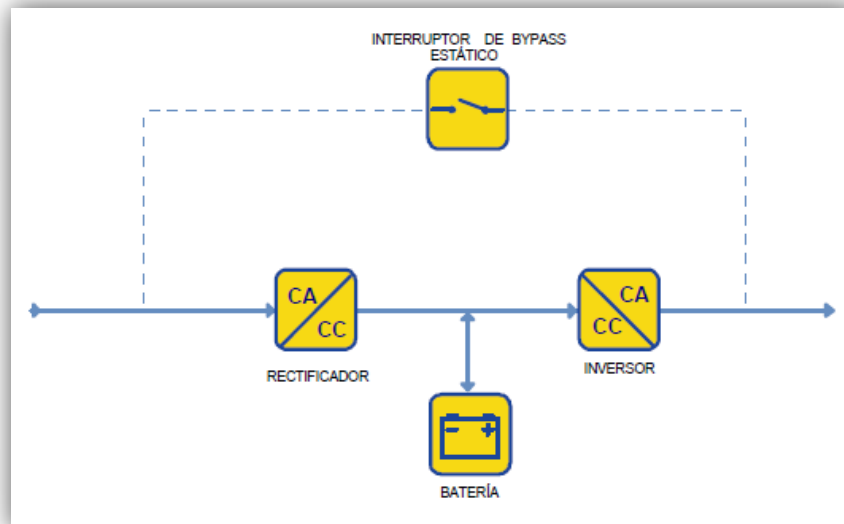


Ilustración 16: SAI en línea de doble conversión

La interrupción del suministro de CA de entrada no provoca la activación del interruptor de transferencia, ya que la alimentación de CA de entrada está cargando la batería de respaldo que suministra alimentación al inversor de salida. Por lo tanto, durante una interrupción en el suministro de entrada de CA, no se produce transferencia de carga. Sin embargo, el desgaste constante de los componentes de potencia reduce la fiabilidad respecto de otros diseños.

Resumen

La Tabla 7 muestra un resumen de las características de los diferentes tipos de SAI¹¹:

	Rango de potencia para aplicación práctica (KVA)	Acondicionamiento de la tensión	Costo por VA	Eficiencia	Inversor con funcionamiento constante
Standby	0 – 0,5	Bajo	Bajo	Muy alta	No
Línea Interactiva	0,5 – 5	Según diseño	Medio	Muy Alta	Según diseño
On-line de doble conversión	5 – 5000	Alto	Alto	Baja – Media	Sí

Tabla 7: Características de SAI

¹¹ Información extraída de la página web de Schneider Electric, www.schneider-electric.com.

4.1.2 Configuraciones de sistemas SAIs

Existen cinco tipos de configuraciones de los sistemas SAIs, y su elección dependerá de las necesidades de disponibilidad, tolerancia a riesgos, tipos de carga del centro de datos, presupuesto e infraestructura existente.

Disponibilidad vs. Coste

Disponibilidad es tiempo que la potencia eléctrica se mantiene activa y en perfecto estado de funcionamiento para respaldar las cargas críticas. Cuanto más alto sea el lugar que ocupa la configuración en la escala de disponibilidad, más alto será también el coste [McC04]. En la Tabla 8 aparece un resumen de las distintas configuraciones de sistemas SAIs¹².

Configuraciones	Escala de disponibilidad	Categoría del nivel	Escala de coste del centro de datos (\$)
Capacidad (N)	1 = La más baja	<i>Tier I</i>	13.500\$ - 18.000\$ /rack
Redundante aislado	2	<i>Tier II</i>	18.000\$ - 24.000\$ /rack
Redundante paralelo ($N+1$)	3		
Redundante distribuido	4	<i>Tier III</i>	24.000\$ - 30.000\$ /rack
Sistema $2N$ ($2N$, $2N+1$)	5 = La más alta	<i>Tier IV</i>	36.000\$ - 42.000\$ /rack

Tabla 8: Disponibilidad de las configuraciones

4.1.2.1 Capacidad o sistema N

Un sistema N es un sistema formado por un solo módulo SAI, o por un conjunto de módulos en paralelo cuya capacidad coincide con la carga crítica prevista. Dado que no existe ningún tipo de redundancia, es apropiado dotar al sistema de un bypass (llamado *bypass* de mantenimiento) que permita apagar todo el sistema SAI para realizar mantenimiento cuando la situación lo requiera o que permita el suministro de energía a la carga si se produjera algún fallo en el SAI que impidiese su funcionamiento, teniendo en cuenta que en ese caso la carga no dispondría de ningún tipo de protección frente a fallos en la red eléctrica. El diagrama de bloques se muestra a continuación, en la Ilustración 17, [Sch12]:

¹² Información extraída de la página web de Schneider Electric, www.schneider-electric.com.

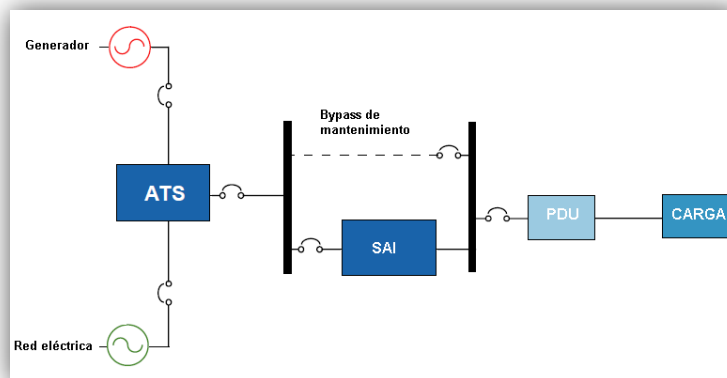


Ilustración 17: Capacidad o sistema N

4.1.2.2 Redundante aislado

En esta configuración, cada módulo SAI incluye un bypass, que llamaremos bypass estático, que permitirá aportar redundancia a la configuración. El módulo SAI principal alimenta a toda la carga. El secundario va conectado al bypass estático del SAI principal y en condiciones normales de funcionamiento se encontrará totalmente descargado.

Si se produce una incidencia en el SAI primario, la carga se transfiere al bypass estático, de modo que el SAI secundario tomará la carga instantáneamente. Si se produjese alguna incidencia en el SAI secundario, éste transferiría la carga al bypass estático (suministro de red eléctrica sin protección). Esta configuración también permite que puedan realizarse tareas de mantenimiento o reparación en un SAI al transferir la carga al otro.

No debe olvidarse el bypass de mantenimiento, que continúa siendo importante en el caso de que fallasen ambos SAIs.

El diagrama de bloques de esta configuración se muestra a continuación, en la Ilustración 18, [\[Sch12\]](#):

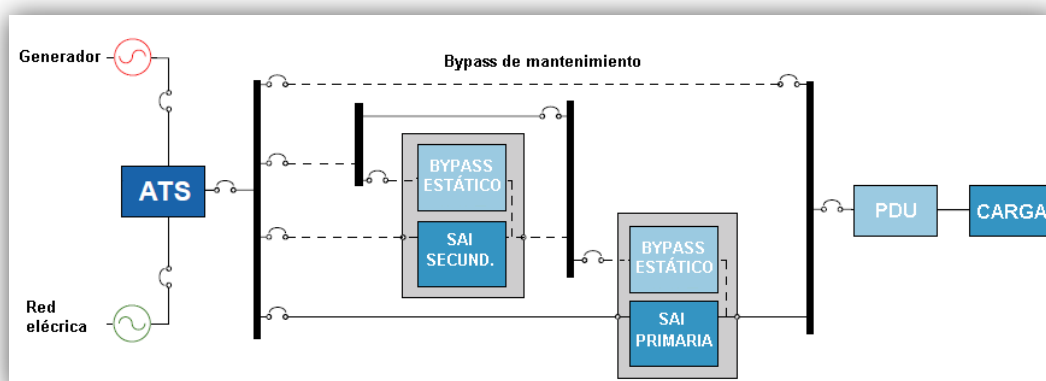


Ilustración 18: Redundante aislado

4.1.2.3 Redundante paralelo o sistema N+1

Una configuración de diseño redundante paralelo consiste en varios módulos SAI iguales instalados en paralelo, de modo que la carga se reparte por igual entre todos los módulos pero con la peculiaridad de que si uno de los módulos falla, el resto pueden asumir su carga. El sistema será redundante $N+1$ si la cantidad sobrante de potencia es al menos igual a la capacidad de un módulo del sistema; el sistema sería redundante $N+2$ si la potencia sobrante fuera igual a dos módulos del sistema, y así sucesivamente.

Continúa siendo altamente recomendable un bypass de mantenimiento igual que en las configuraciones anteriores.

La Ilustración 19, [Sch12], muestra el diagrama de bloques de esta configuración:

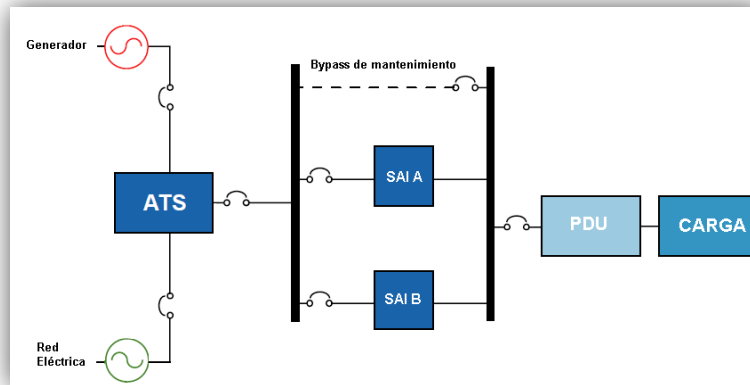


Ilustración 19: Redundante paralelo o sistema N+1

4.1.2.4 Redundante distribuido

La base de este diseño utiliza tres o más módulos SAI con alimentadores de entrada y salida independientes, que se conectan a la carga crítica a través de diversas PDU (*Power Distribution Unit*, ver apartado 4.4) y STS (*Static Transfer Switch*¹³). Desde la entrada del servicio de la red eléctrica hasta el SAI, el diseño redundante distribuido y el diseño de sistema $2N$ son muy similares. Ambos permiten el mantenimiento simultáneo y reducen los puntos individuales de fallo. La principal diferencia se encuentra en la cantidad de módulos SAI necesarios para lograr rutas de potencia redundantes hasta la carga crítica, así como la organización y distribución desde el SAI hasta la carga crítica. En la Ilustración 20, [Sch12], se observa uno de los esquemas de este tipo de configuración:

¹³ *Static Transfer Switch* es un dispositivo que tiene dos entradas y una salida. Por lo general toma energía de dos SAIs diferentes, y provee a la carga energía acondicionada proveniente de una de ellas. Cuando falla uno de los circuitos de alimentación SAI primarios, el STS transfiere la carga al circuito de alimentación SAI secundario en unos 4 milisegundos, lo que mantiene la carga con energía protegida todo el tiempo.

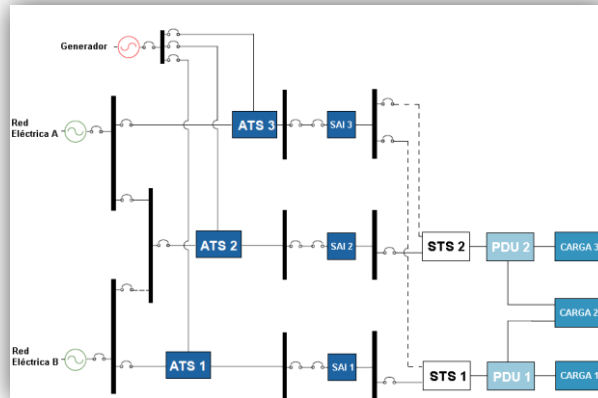


Ilustración 20: Redundante distribuido

En esta configuración, el módulo 3 generalmente está descargado y se conecta a la entrada secundaria en cada STS. Este módulo asumirá la carga en caso de que falle alguno de los módulos SAI primarios.

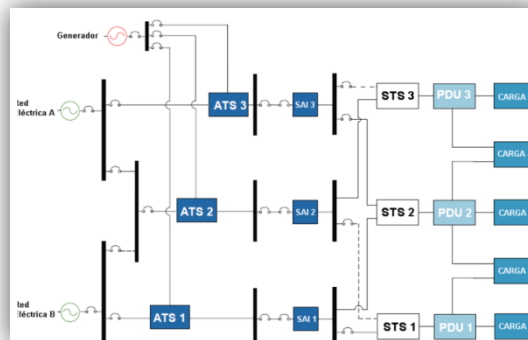


Ilustración 21: Redundante distribuido

El diseño mostrado en la Ilustración 21, [Sch12], es redundante distribuido con tres STS y con la carga distribuida por igual entre los tres módulos en condiciones de funcionamiento normal. El fallo de cualquiera de los módulos forzaría al STS a transferir la carga al módulo SAI que alimenta la fuente alternativa.

La debilidad principal de este diseño es el uso de interruptores estáticos de transferencia (STS). Estos dispositivos son muy complejos y presentan modos de fallo inesperados.

4.1.2.5 Redundancia con sistema más sistema

Con este diseño es posible crear sistemas SAI que tal vez nunca requieran la transferencia de la carga a la red eléctrica (Ilustración 22, [Sch12]). Estos sistemas pueden diseñarse para eliminar todos los puntos de fallo únicos posible, en detrimento del coste del sistema, que aumenta a la vez que lo hace su complejidad.

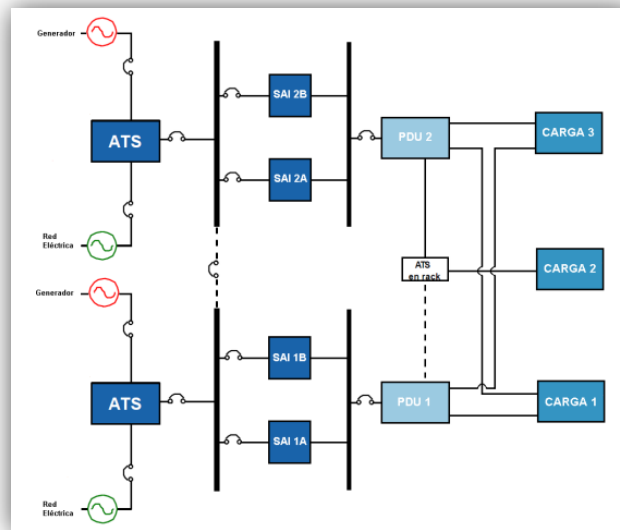


Ilustración 22: Sistema más Sistema

Las consideraciones para elegir la configuración apropiada son:

- Coste/ impacto del tiempo de inactividad.
- Tolerancia a los riesgos.
- Requisitos de disponibilidad: La Tabla 9¹⁴ muestra la disponibilidad de cada una de las configuraciones de sistemas SAIs.

Configuración SAI	Disponibilidad ¹⁵
Capacidad (N)	99,92%
Redundante Aislada	99,93%
Paralela redundante (N+1)	99,93%
Redundante distribuida	99,9989%
Redundante distribuida	99,9994%
2 (N+1)	99,99997%

Tabla 9: Disponibilidad

- Presupuesto.

¹⁴ Información extraída de la página web de Schneider Electric, www.schneider-electric.com.

¹⁵ Estudio realizado por APC Schneider Electric basándose en los supuestos expuestos en la Tabla A1 del Whitepaper 75: *Comparación de configuraciones de diseño de sistemas SAI*.

4.2 Generadores

En caso de un corte de suministro prolongado, el generador permite extender la autonomía de las baterías, que por supuesto proporcionan una continuidad en el suministro eléctrico mientras el generador arranca y 10 o más minutos en caso de que no arranque para que dé tiempo a iniciar todas las secuencias de cierre de aplicaciones.

Un generador está formado por dos subsistemas básicos [\[Wol04\]](#):

- El generador, que está compuesto por el motor primario, el alternador y el regulador.
- El sistema de distribución, que está compuesto por el interruptor de transferencia automática (ATS) y los dispositivos de conmutación y distribución asociados.

Generador

El motor primario es un motor de combustión interna que convierte el combustible del que se alimenta en movimiento mecánico, a través de sus componentes móviles internos. El combustible utilizado puede ser gasóleo, gas natural, petróleo líquido y gasolina y su elección depende de diversas variables, entre ellas el almacenamiento, los costes y la accesibilidad. Es imprescindible un rápido arranque. Normalmente, el tiempo mínimo que necesita el generador para detectar el problema de alimentación, arrancar el motor primario, establecer una tensión y frecuencia de salida estables y conectarlas a las cargas, es de al menos 10-15 segundos. El elemento fundamental de los motores de arranque convencionales es claramente el sistema de batería.

El alternador convierte la energía mecánica procedente del motor primario en corriente alterna mientras que el regulador mantiene constantes las revoluciones del motor primario bajo una variedad de condiciones, ajustando el caudal de combustible que se suministra al motor primario. Este elemento es un componente clave para determinar la calidad de alimentación de salida de CA.

Dispositivos de conmutación y distribución

La distribución de la salida del generador a las cargas críticas es otro elemento fundamental del diseño del sistema. Los interruptores de transferencia automáticos (ATS) deben supervisar la fuente de alimentación e iniciar el arranque del motor y la transferencia de la carga al generador en cuanto ésta está disponible y es estable, así como la re-transferencia de la carga a la red eléctrica cuando se restablecen las condiciones normales. La Ilustración 23 [\[Sch12\]](#), nos permite ver el esquema de un sistema de alimentación de emergencia con generador.

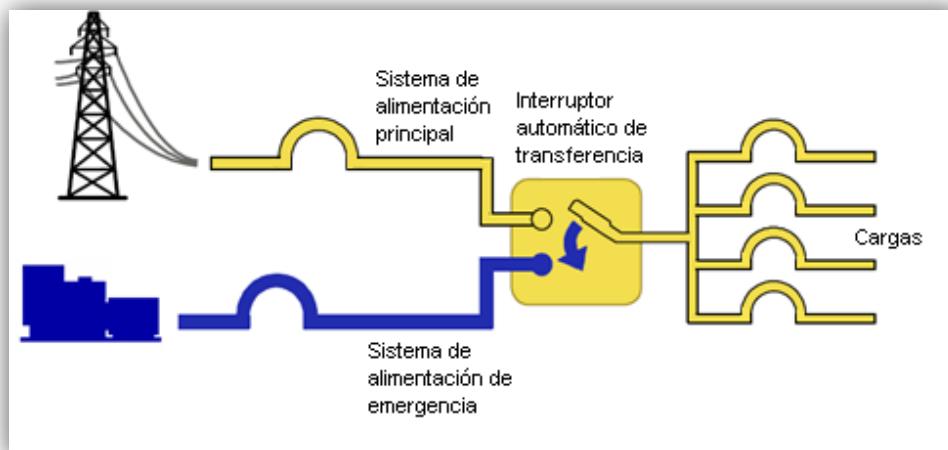


Ilustración 23: Sistema de alimentación de emergencia con generador

4.3 Alternativas para generación de energía en el CPD

Los sistemas de TIC pueden funcionar minutos o incluso unas horas gracias a baterías o un volante de inercia¹⁶, pero es preciso contar con capacidad de generación energética local para lograr una disponibilidad de “cinco nueves”. Los generadores de reserva a gasoil o a gas constituyen la solución convencional a este problema si se los combina con un SAIs [APC03].

Las pilas de combustible y las microturbinas pueden utilizarse en forma constante para alimentar la sala de gestión de redes o el centro de datos, con el fin de generar un excedente de energía eléctrica para otras cargas o para retroalimentar la red eléctrica, o como generación de reserva.

Las pilas de combustible son unos dispositivos que emplean el hidrógeno para obtener energía limpia, generando además en el proceso agua y calor (Ilustración 24¹⁷).

¹⁶El volante de inercia es un mecanismo que consiste en una rueda que gira gracias a un motor eléctrica. Cuando se produce un corte en el suministro eléctrico, la inercia del volante genera energía cinética que se convierte en energía eléctrica para que la carga no sufra cortes mientras arranca el generador o se restablece el suministro eléctrico.

¹⁷ Ilustración extraída de la página web de Smart in the Grid, <http://www.smartinthegrid.com/>.

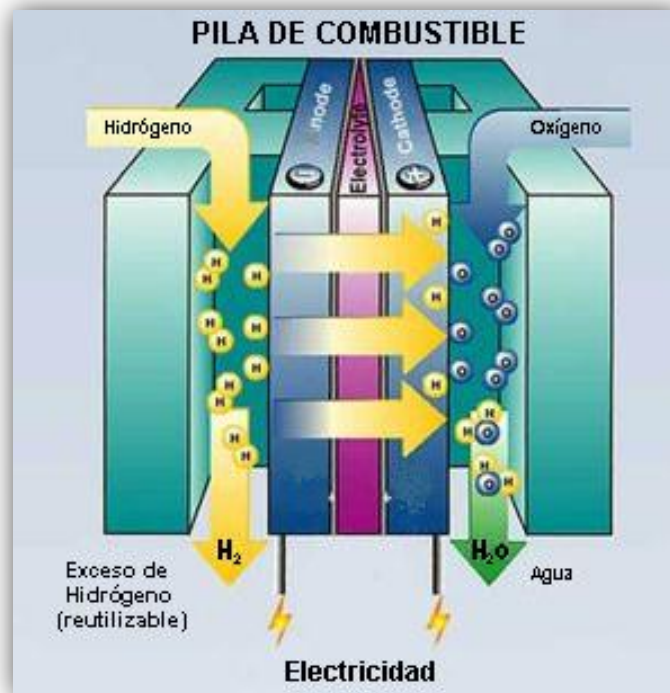


Ilustración 24: Pila de combustible

Con las microturbinas aparece el concepto de cogeneración, que se basa en el aprovechamiento del calor residual producido por la generación de energía eléctrica en energía térmica.

En el futuro inmediato, los grupos electrógenos que hacen uso de motores resultan todavía más económicos que las soluciones de pilas de combustible y microturbinas. Sin embargo, existe una gran variedad de situaciones o factores que podrían impulsar estas tecnologías, como la contaminación (el motor diesel es el sistema local de generación de energía que ocasiona el mayor problema de contaminación), la disponibilidad (las pilas de combustible y las microturbinas podrían mejorar la disponibilidad general del sistema, en comparación con los generadores de reserva), eliminación de SAIs (muchos análisis sobre pilas de combustible y microturbinas sugieren que esta tecnología podría eliminar otros dispositivos del sistema de energía, y así podría lograrse reducir los costos, incrementar la disponibilidad y aumentar la eficiencia). A pesar de todo, estas situaciones todavía poseen más inconvenientes que ventajas y los métodos para lograr las mejoras no están comprobados [\[APC03\]](#).

4.4 Regletas de distribución eléctrica, PDUs

Las unidades de distribución de la alimentación son regletas que proporcionan tensión eléctrica de manera fiable a los equipos de un *rack*.

Pueden ser:

- Básicas: proporcionan alimentación eléctrica a los equipos de un *rack*.
- Monitorizables: monitorizan el estado y la carga de cada toma. Pueden generar alarmas
- Gestionables: pueden actuar sobre cada toma.

4.5 Apagado de emergencia

El sistema de apagado de emergencia (*Emergency Power Off, EPO*), es un mecanismo de seguridad que se emplea para apagar desde un único equipo a una sala de equipamiento eléctrico durante una emergencia, con el objetivo de proteger las instalaciones y el personal. Sin embargo, el EPO es una de las principales causas de apagado imprevisto del CPD. El diseño de un sistema EPO debe prevenir cualquier posibilidad de manipulación accidental, y debe minimizar su uso deliberado por razones ajenas a una emergencia o amenaza real.

La norma NFPA 75 [\[NFP75\]](#) expone que el EPO debe proporcionarse para desconectar la alimentación de todo el equipamiento electrónico. Esto incluye también desconectar las baterías de la carga. En el instante que se presiona el botón EPO se desconecta la alimentación de toda la instalación.

En la Ilustración 25 [\[Sch12\]](#), se observa un dispositivo EPO típico.

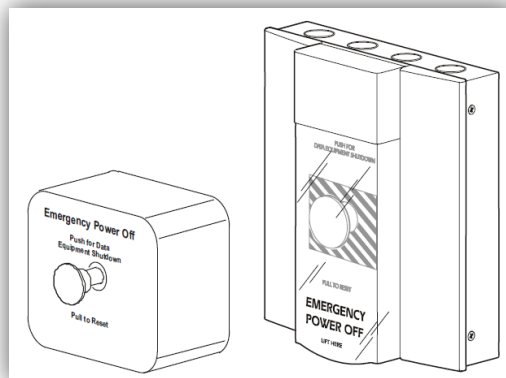


Ilustración 25: EPO

Capítulo 5 Instalaciones de Clima

Cualquier consumo eléctrico en el CPD genera un calor que necesita ser eliminado de la sala. Este es uno de los aspectos más críticos en el diseño de un CPD. Una refrigeración inadecuada afecta negativamente al rendimiento del equipo y acorta su vida útil.

Los puntos calientes han aumentado de unos años a esta parte, ya que los fabricantes han disminuido el tamaño de los chasis permitiendo la instalación de más equipos en un mismo *rack*. Las altas velocidades a las que procesan la información estos equipos se traducen en un aumento del consumo eléctrico, que a su vez genera más calor. Mientras que la disminución del tamaño ha generado una reducción del espacio ocupado en el CPD, ya que pueden instalarse docenas de equipos en un espacio muy reducido, ha aumentado la concentración de calor en áreas de menor tamaño.

La figura siguiente (Ilustración 26¹⁸) muestra la evolución de la carga térmica de los diferentes sistemas electrónicos, del que se deduce que el incremento de la generación de calor en los CPDs va a continuar.

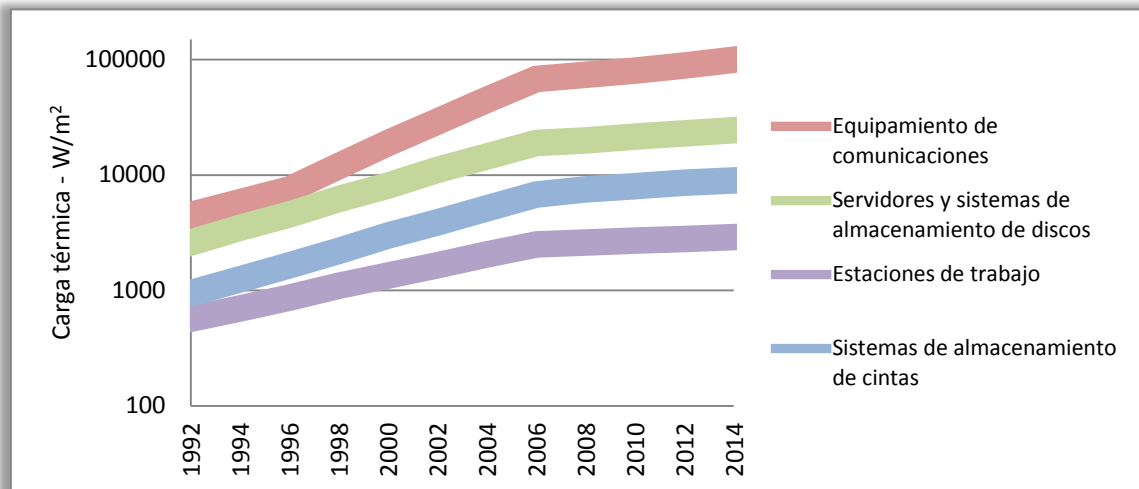


Ilustración 26: Evolución de la carga térmica del equipamiento TI

Para un diseño de refrigeración adecuado es fundamental el cálculo de las cargas térmicas, para el que deben tenerse en cuenta varios factores [\[Eme11c\]](#):

- Incidencia del sol

¹⁸ Ilustración extraída de 2005 ASHRAE TC 9.9.

- Aire exterior – Renovaciones de aire de la sala. Además, debe existir una sobrepresión dentro de la sala para evitar la entrada de aire del exterior.

$$\text{Sobrepresión} = \frac{3}{4} * \text{Volumen de la sala}$$

- Calor interior. Se puede considerar que está compuesto por calor sensible y calor latente.
 - Calor sensible: es el calor empleado en el cambio de temperatura, sin modificación del estado físico del cuerpo.
 - Equipamiento TI
 $\text{Potencia frigorífica (kW)} = \text{Potencia eléctrica consumida (kW)}$
 - SAI – Su carga térmica depende de la carga de TI
 - Iluminación – Se estiman 20 W/m².
 - Distribución de alimentación – 5% de la carga TI
 - Personas – Aproximadamente 100 W/ persona.
 - Calor latente, es el calor que, sin afectar a la temperatura, es necesario suministrar para producir un cambio de estado físico.

Sin embargo, el calor latente representa una parte muy pequeña del calor interior, por lo que suele considerarse sólo el calor sensible para los cálculos.

La refrigeración del sistema puede provocar la condensación de vapor de agua y en consecuencia la pérdida de humedad, por lo que será necesaria una humidificación suplementaria para mantener el nivel de humedad necesario. Sin embargo, la humidificación suplementaria crea una carga de calor adicional en la unidad de aire acondicionado disminuyendo la capacidad de refrigeración de la unidad y haciendo necesario un sobredimensionamiento [\[Ras03\]](#).

5.1 Normativa

La ASHRAE (*American Society of Heating Refrigeration and Air conditioning Engineers*) es una sociedad fundada en 1894 y se centra en la eficiencia energética, la calidad del aire interior, la refrigeración, y la sostenibilidad de la industria a través de la investigación, la redacción de normas, publicaciones y educación continua [\[Ash12\]](#).

El Comité Técnico 9.9 de la ASHRAE, mediante la edición de la Guías Térmicas para Entornos de Procesamiento de Datos, especifica los rangos de temperatura y humedad adecuados para el correcto funcionamiento del CPD, que se han ido ampliando a lo largo de los años para otorgar mayor flexibilidad a las operaciones dentro de los CPDs, con el objetivo de reducir el consumo energético. Las clases 1 y 2 son las que se refieren a entornos de servidores, productos de almacenamiento, ordenadores personales, etc.

Clase	Temperatura de bulbo seco ¹⁹ (°C)		Rango de humedad, sin condensación	
	Permitida	Recomendada	Permitida (% RH)	Recomendada
1	15-32	18-27	20-80	5,5 °C DP ²⁰ a 60% RH ²¹ y 15°C DP
2	10-35	18-27	20-80	5,5 °C DP a 60% RH y 15°C DP

Tabla 10: Rangos de temperatura y humedad

Los límites de temperatura recomendados van desde los 18°C hasta los 27°C. La humedad está limitada a menos del 60% con temperaturas del punto de condensación inferiores y superiores de 5,5°C y 15°C, respectivamente.

Parámetros

Los principales parámetros a considerar en la selección de un equipo de Aire Acondicionado son [\[Eme11c\]](#):

- SHR (*Sensible Heat Ratio*) – Es el Factor de Calor Sensible (FCS). Se calcula como la relación entre la potencia total frigorífica de la máquina y la que realmente es útil para bajar la temperatura.

$$SHR = \frac{Q_s \text{ (Calor Sensible)}}{Q_t \text{ (Calor Total)}}$$

- EER (*Energy Efficiency Ratio*) – Es el coeficiente de eficacia frigorífica de la máquina y se calcula como la relación entre la potencia frigorífica entregada y la potencia eléctrica absorbida.

$$EER = \frac{W_e \text{ (Potencia Entregada)}}{W_a \text{ (Potencia Absorbida)}}$$

5.2 Ciclo de refrigeración

Los elementos de un ciclo de refrigeración son un condensador, una válvula de expansión (expansor), un evaporador, un compresor y líquido refrigerante. A través de este circuito se produce la transferencia de calor desde el CPD al exterior de la sala, tal y como se describe a continuación y se observa en la Ilustración 27.

¹⁹ Temperatura de bulbo seco es aquella medida por un termómetro de mercurio o similar cuyo bulbo se encuentra seco [\[Wik12d\]](#).

²⁰ DP, *Dew point*, es el punto de rocío.

²¹ RH, *Relative Humidity*, es la humedad relativa.

El líquido refrigerante absorbe el calor de la sala convirtiéndose en gas. El refrigerante en estado gaseoso a alta temperatura y presión debido a la reducción de volumen provocada por el compresor entra en el condensador, donde pasa a estado líquido a alta presión más o menos enfriado. De ahí, atraviesa el expansor, de donde se obtiene líquido refrigerado a baja presión listo para evaporar. En esta fase, gracias a un ventilador, se desprende calor.

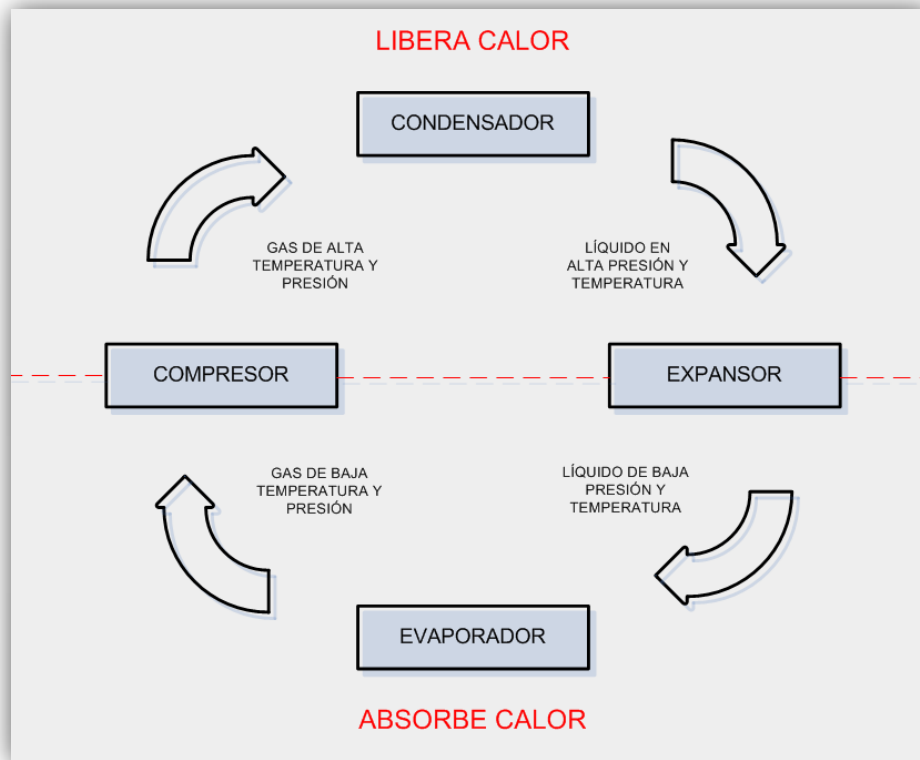


Ilustración 27: Ciclo de refrigeración

A continuación el líquido refrigerante a baja presión y temperatura pasa al evaporador, donde se convierte en gas a baja presión más o menos recalentado, tras absorber el calor de la sala. Finalmente pasa por el compresor, de donde sale gas a alta presión y temperatura listo para entrar al condensador y empezar un nuevo ciclo.

5.3 Tipos de refrigerantes

La refrigeración puede realizarse por gas o por agua.

Inicialmente, los gases refrigerantes más utilizados eran el R12 y el R22 (clorofluorocarbonos), pero fueron reemplazados por R407C, R410A (llamado comúnmente Puron) y R134A al comenzar la preocupación por la capa de ozono.

Algunas características de los nuevos refrigerantes gaseosos (extraídas de [\[Wik12b\]](#) y [\[Wik12c\]](#)) son:

- No dañan la capa de ozono
- Tienen bajo efecto invernadero
- No son tóxicos ni inflamables
- Son estables en condiciones normales de presión y temperatura
- Punto de congelación inferior a cualquier temperatura que existe en el sistema, para evitar congelamientos en el evaporador.
- Calor específico lo más alto posible para que una pequeña cantidad de líquido absorba una gran cantidad de calor.
- Temperatura de condensación, a la presión máxima de trabajo, lo menor posible.
- Temperatura de ebullición baja a presiones cercanas a la atmosférica (Tabla 11).

Refrigerante	Punto de ebullición en °C a 1013 bar
R-12	-29,8
R-22	-40,8
R-407C	-43,44
R410A	-48,5

Tabla 11: Puntos de ebullición de los refrigerantes

- Punto crítico²² lo más elevado posible.

5.4 Tecnologías de refrigeración

5.4.1 Condensación por aire – Expansión Directa (DX)

El sistema está compuesto por dos unidades, una exterior y otra interior (Ilustración 28, [\[Eme12\]](#)). El refrigerante en estado líquido y baja temperatura fluye desde el condensador (exterior) hasta la evaporadora (interior), donde absorbe el calor de la sala pasando a estado gaseoso. El gas, a alta temperatura y presión tras abandonar el compresor, retorna hacia el

²² Punto crítico: es la temperatura límite a la cual un gas no puede ser licuado por compresión. Por encima de esta temperatura es imposible condensar un gas aumentando la presión [\[Wik11a\]](#).

condensador, donde cederá el calor al ambiente tras circular por un serpentín aleteado que es atravesado por una corriente de aire, generalmente movida por un ventilador.

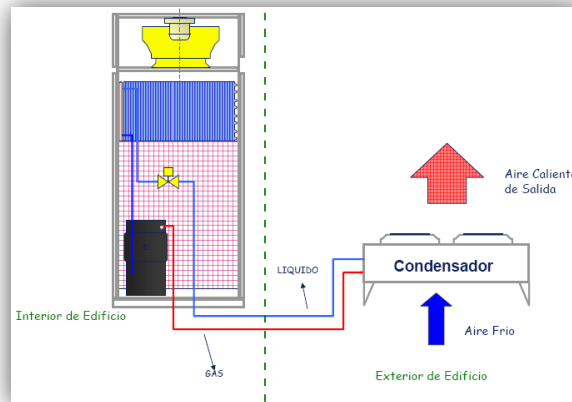


Ilustración 28: Condensación por aire

Entre las ventajas de esta solución se encuentran el bajo coste y la flexibilidad que aporta la solución, mientras que algunos de sus inconvenientes son la imposibilidad de conectar simultáneamente varias unidades interiores a una unidad exterior y un límite de distancia de 50 metros entre las unidades exterior e interior [\[Eme11c\]](#).

5.4.2 Condensación por agua/glicol – Expansión Directa (DX)

Se trata de un método en desuso. Hay dos circuitos, uno de refrigerante y otro de agua/glicol, que se unen en el intercambiador de calor (Ilustración 29 [\[Eme12\]](#)). En vez de condensador tiene un aerorefrigerador.

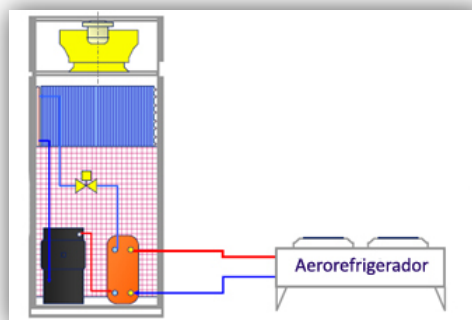


Ilustración 29: Condensadora por agua/glicol

No existe el límite de distancia de 50 metros entre unidades [\[Eme11c\]](#).

5.4.3 Condensación por torre de refrigeración

Este tipo de tecnología está formada por dos circuitos que se unen en el intercambiador de calor (Ilustración 30 [\[Eme12\]](#)). El intercambiador de calor es un dispositivo en el que se realiza

una transferencia de calor entre dos medios que están separados físicamente. Estos medios son el refrigerante y el agua. El circuito refrigerante se encuentra en la unidad interior. El circuito de agua circula desde el intercambiador de calor (interior) a la torre de refrigeración (unidad exterior), donde libera el calor al rociarse atravesando una corriente de aire movida por un ventilador.

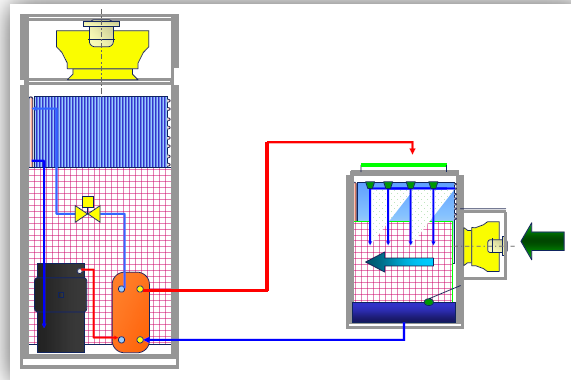


Ilustración 30: Condensación por torre de refrigeración

Algunas de sus ventajas son los elevados rendimientos que obtiene, o la elevada distancia que puede existir entre las unidades interior y exterior. Los principales inconvenientes son el peso de la torre y los tratamientos que deben hacerse para evitar la *legionella* [\[Eme11c\]](#).

5.4.4 Chiller

Un *chiller* es una unidad enfriadora de agua. La unidad interior no tiene ni evaporadora ni compresor. Está formada solo por un serpentín con un ventilador (CRAH). La evaporadora y la condensadora se encuentran en la unidad exterior (*chiller*). El esquema de este tipo de solución se muestra en la Ilustración 31 [\[Eme12\]](#):

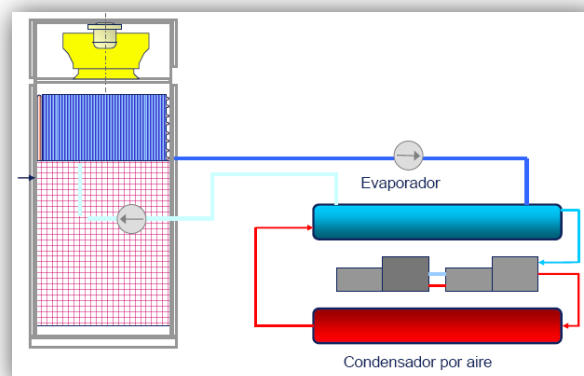


Ilustración 31: Chiller

Sus principales ventajas son el elevado rendimiento que se obtiene para instalaciones de gran tamaño, y la elevada distancia que puede existir entre las unidades interior y exterior. Su mayor inconveniente es el coste [\[Eme11c\]](#).

5.4.5 Free Cooling

El *free cooling* es una tecnología de refrigeración que aprovecha las bajas temperaturas exteriores para refrigerar el CPD, reduciendo el uso de los equipos de aire acondicionado y por lo tanto, el consumo y las emisiones de carbono, lo que la convierte en una tecnología “verde”. Existen dos tipos de *free cooling*, directo e indirecto.

Free Cooling Directo

El aire exterior se emplea directamente en el proceso de refrigeración.

Free Cooling Indirecto

A diferencia del *free cooling* directo, transfiere el frío a través de un sistema que emplea una mezcla de agua y glicol. La carga térmica se traspasa al aire exterior a través del intercambiador de calor. En el caso óptimo (bajas temperaturas exteriores) el sistema puede refrigerar empleando únicamente el aire frío exterior. Las máquinas refrigerantes se pondrán en marcha únicamente cuando las temperaturas exteriores sean elevadas.

El *free cooling* indirecto, en los casos en que las temperaturas exteriores son bajas, es un método de refrigeración muy eficiente. El consumo de potencia necesario para refrigerar el CPD puede reducirse en un 70%.

5.5 Arquitecturas de refrigeración

Cada equipo de un CPD, en su proceso de refrigeración, toma el aire ambiente y expulsa el calor residual con el aire de escape, generando miles de trayectorias de circulación de aire caliente dentro de la sala convirtiéndose este aire caliente en un calor residual que se debe eliminar [\[Ras06b\]](#).

5.5.1 Refrigeración por salas

El principio básico de este modo de refrigeración es que los equipos de aire acondicionado, además de suministrar aire frío al CPD y absorber y expulsar el aire caliente, actúan como un mezclador, moviendo y mezclando constantemente el aire de la sala para que tenga una temperatura media homogénea, evitando de este modo que se produzcan puntos calientes. La experiencia demuestra que este método es eficaz si la densidad media de potencia del CPD es del orden de 1-2 kW por *rack*. Para evitar los problemas que surgen con densidades superiores, aparecen las arquitecturas de pasillo y *rack* [\[Ras06b\]](#).

5.5.2 Refrigeración por filas

En este modo de refrigeración, las unidades *CRAC* (*Computer Room Air Conditioning*) están asociadas a una fila por motivos de diseño. Pueden estar montadas entre los *racks*, en el techo o bajo el suelo. Las vías de circulación de aire son más cortas y están definidas con mayor claridad. Los flujos de aire son más predecibles, se puede aprovechar toda la capacidad de las unidades de CRAC y se puede alcanzar una mayor densidad de potencia [\[Ras06b\]](#).

Este tipo de arquitectura permite la configuración con sistemas de contención de pasillos calientes, eliminando cualquier posibilidad de que se mezcle el aire y mejorando la eficiencia de la solución.

5.5.3 Refrigeración por *racks*

Las unidades de CRAC están asociadas a un *rack* por motivos de diseño. Se montan directamente al lado o dentro de los *racks*. Las vías de circulación de aire son muy cortas y precisas. Se puede aprovechar toda la capacidad nominal de las unidades de CRAC y se puede alcanzar la máxima densidad de potencia [\[Ras06b\]](#).

En la Ilustración 32, [\[Sch12\]](#), muestra la capacidad utilizable de la máquina de aire acondicionado frente la densidad de potencia media por *rack* de cada uno de las arquitecturas de refrigeración.

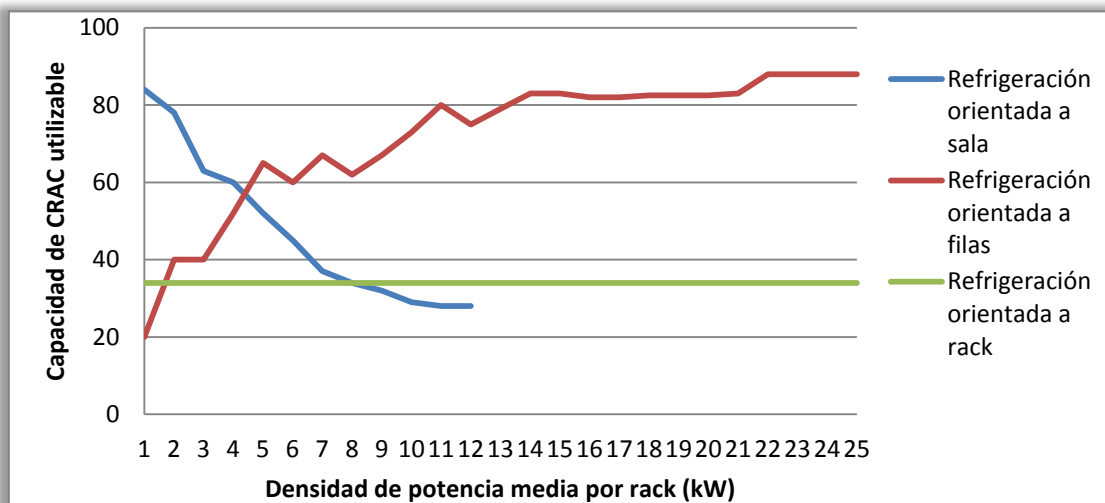


Ilustración 32: Comparación arquitecturas de refrigeración

5.6 Problemas de climatización

La mayor fuente de ineficiencia de los CPDs es la refrigeración, debido a una mala gestión de la distribución del aire. Esto se debe a que suelen mezclarse los flujos de aire frío y caliente,

originando lo que se conocen como flujos de bypass y flujos de recirculación (Ilustración 33²³). La mezcla del aire de impulsión y el aire de retorno causa que la diferencia de temperaturas entre ellos sea menor, lo que motiva un aumento del consumo de la unidad enfriadora.

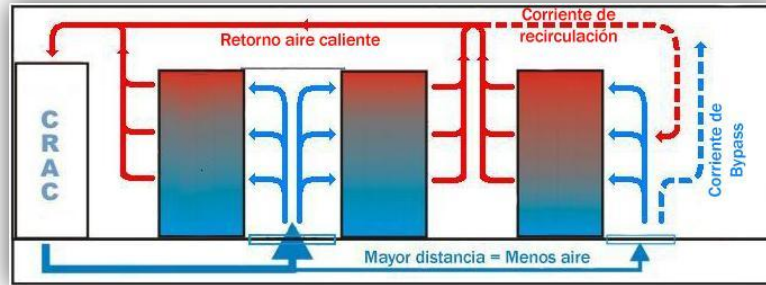


Ilustración 33: Flujo de aire

La solución a los problemas relacionados con el flujo de aire en el CPD son variados. En los sistemas de impulsión por falso suelo, la solución pasa por la selección de una altura de falso suelo que permita mantener una baja velocidad de aire, la apertura del falso suelo bajo los equipos electrónicos y la selección del tipo de rejilla a instalar y el número de las mismas. Un complemento a esta solución es el cerramiento de pasillo frío / caliente y la instalación de paneles ciegos en los racks.

²³ Ilustración extraída de documentación interna de Fujitsu Technology Solutions.

Capítulo 6 Instalaciones de Protección contra incendios

Como se ha comentado con anterioridad, la mayoría de los fuegos empiezan fuera del CPD. Sin embargo, y pese a que estructuralmente el CPD debe estar preparado para resistir la amenaza de un fuego exterior, también debe existir un sistema de detección y extinción de incendios en el interior de la sala, por si se propagase desde el exterior al interior o por si se originase en el interior.

6.1 Normativas

Existe un amplio número de normas y estándares para los sistemas de detección y extinción de incendios, de las cuales las más destacables son las siguientes.

NFPA 75, Protección de equipos de computación electrónicos / equipos procesadores de datos

Esta norma trata los requisitos para la protección de los equipos y las áreas de equipos de tecnología de la información de los daños ocasionados por el fuego y sus efectos asociados – humo, corrosión, calor y agua [\[NFP75\]](#).

NFPA 750, Estándar sobre sistemas de protección contra incendios con agua nebulizada

Este estándar contiene los requisitos mínimos para el diseño, instalación, mantenimiento y pruebas de sistemas de protección contra incendios con agua nebulizada (ver apartado [6.3.2](#)).

Este estándar no proporciona criterios definitivos sobre eficacia frente al fuego ni ofrece una guía específica sobre cómo diseñar un sistema para controlar, suprimir o extinguir un incendio. La fiabilidad se obtiene mediante la obtención e instalación de sistemas que han demostrado su eficacia en ensayos de incendio [\[NFP750\]](#).

NFPA 2001, Estándar sobre Sistemas de extinción de incendios con agentes limpios

Éste estándar contiene los requisitos mínimos para los sistemas de extinción de incendios por inundación total que utilizan agentes limpios (ver apartado [6.3.1](#)).

El Protocolo de Montreal (16 de Septiembre de 1987) estableció una serie de restricciones sobre la producción de algunos agentes extintores, debido a los efectos dañinos que éstos tenían en el medio ambiente y la capa de ozono. Los agentes limpios aparecen como una alternativa *limpia* a estos gases [\[NFP2001\]](#).

6.2 Detección de incendios

El sistema de detección de incendios permite la localización de un incendio y activa la alarma correspondiente. La central de incendios puede estar controlada por personal adecuando o puede que esté programada para realizar determinadas acciones automáticamente.

Los componentes principales del sistema de detección de incendios son [\[Ntp40\]](#):

- Detectores.
- Pulsadores manuales.
- Central de señalización.
- Líneas.
- Sistemas auxiliares: alarma general, teléfono, accionamiento de los sistemas de extinción, etcétera.

6.2.1 Tipos de detectores

Existen distintos tipos de detectores de incendios.

Iónicos

Los detectores iónicos detectan gases de combustión, que pueden ser visibles o invisibles. Consisten en dos cámaras, una de medida y otra estanca, ionizadas por un elemento radiactivo, y en las que se establece una corriente de iones se que ve modificada cuando los gases de combustión entran en las cámaras, interrumpiendo la corriente de iones y generando la señal de alarma [\[Ntp40\]](#).

Ópticos

Los detectores ópticos gestionan un sensor óptico de humos. Su función es tomar medidas de la luz que dispersan las partículas de humo (efecto Tyndall²⁴), evaluar su densidad y su porcentaje de incremento en el tiempo, y después enviar a la central la información ya analizada. La central es quien compara los resultados obtenidos con los parámetros programados en cada caso y decide si es conveniente enviar la señal de alarma [\[Agu12\]](#).

Termovelocimétricos

Se trata de detectores de calor que gestionan dos parámetros de temperatura, uno diferencial que toma las medidas del incremento de temperatura en tiempo y otro que controla la temperatura ambiente que detecta en cada momento. Tanto el parámetro diferencial como el

²⁴ El efecto Tyndall es el efecto que provoca que las partículas coloidales de un gas sean visibles al dispersar la luz [\[Wik12e\]](#).

térmico son analizados y enviados a la central para que de la señal de alarma de acuerdo con la programación hecha en cada caso [Agu12].

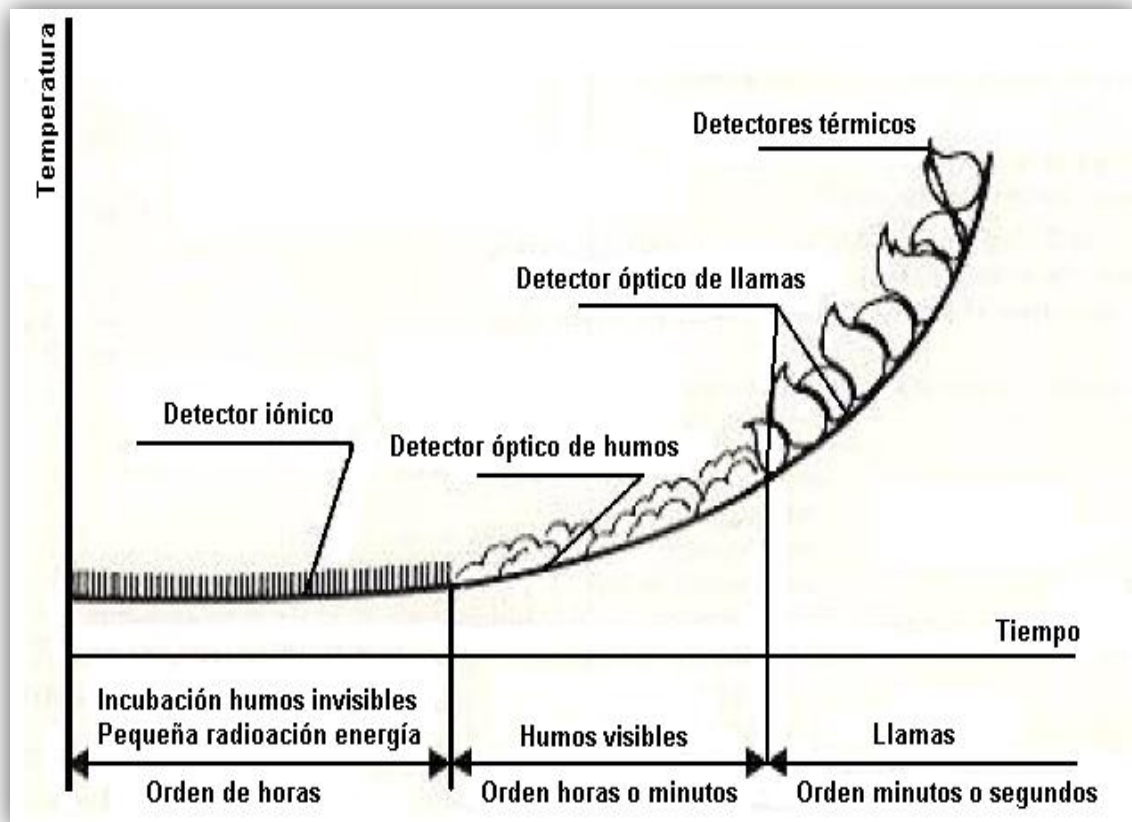


Ilustración 34: Fases de actuación de detectores

Como puede verse en la imagen superior (Ilustración 34²⁵), cada tipo de detector se concentra en una franja de tiempo del inicio del incendio. El detector iónico es el que trabaja en la fase incipiente, cuando el humo aún no es visible al ojo humano. El detector óptico de humos se pone en funcionamiento cuando ya podemos ver el humo provocado por el incendio. Y finalmente el detector térmico actúa cuando ya existen llamas que generan calor.

Detección por aspiración

La mayoría de los incendios poseen en su inicio una extensa fase de fuego latente.

Los sistemas de detección convencionales basan su funcionamiento en que el efecto que provoca el fuego (humo, gas, temperatura) alcance el detector. Pero es posible que existan obstáculos que impidan que el humo, u otro factor, alcance al detector. Para estos casos, es imprescindible una detección altamente sensible al humo que asegure una respuesta rápida y

²⁵ Ilustración extraída de la norma NTP 40.

así reduzca al mínimo las pérdidas por el fuego. Este tipo de detección es la detección por aspiración.

Se trata de sistemas que ofrecen aviso anticipado de un fuego potencial. Esto ofrece un tiempo adicional que permite intervenir evitando las consecuencias de la descarga de los agentes extintores.

El sistema de detección precoz por aspiración funciona succionando aire continuamente por una red de conductos a través de un aspirador de muy alta eficiencia. A continuación, una muestra de este aire se pasa a través de un filtro y llega a una cámara calibrada donde se expone a una fuente de luz láser. Cuando hay humo presente, la luz se dispersa dentro de la cámara de detección y el sistema receptor de alta sensibilidad lo identifica al instante [\[Xtr12\]](#).

6.2.2 Pulsadores manuales

Existen distintos tipos de pulsadores, que básicamente pueden agruparse en pulsadores de alarma de extinción, pulsadores de activación manual de extinción y pulsadores de bloqueo manual de extinción. Todos ellos con distintos mecanismos de protección para evitar manipulaciones fraudulentas o accidentales, tales como sistema de comprobación con llave de rearme o tapa de metacrilato.

6.2.3 Centrales

Las centrales son equipos que permiten controlar individualmente todos los equipos que componen las instalaciones de detección de incendios. Suelen tener uno o varios bucles a los que se conectan los detectores, pulsadores, módulos de maniobras, de control, y demás elementos que configuran la instalación [\[Agu12\]](#).

Tienen un control completo de funcionamiento de todos los equipos que componen la instalación, de forma programada o manual: rearmes, reposiciones, niveles, conexión y desconexión de puntos, activación y desactivación de evacuaciones, cierre de puertas y compuertas cortafuegos.

Incluyen indicadores luminosos y avisador acústico local, para presentación de estados generales de servicio, alarma, avería, desconexión, test, alimentación y estado de maniobras de evacuación y otros.

Disponen de puertos de comunicaciones para poder realizar la conexión con el puesto de control mediante protocolo TCP/IP.

6.3 Extinción de incendios

La extinción puede hacerse mediante gas o mediante agua. En el caso de CPDs, los métodos más empleados son el gas y el agua nebulizada.

El tetraedro del fuego

El tetraedro del fuego (Ilustración 35²⁶) describe los componentes necesarios para generar un fuego.



Ilustración 35: Tetraedro del fuego

Ante la ausencia de cualquiera de los componentes (combustible, oxígeno, calor y reacción en cadena), el fuego se extingue. Por este motivo los agentes extintores atacan a uno o varios de los componentes.

6.3.1 Extinción por gas

La extinción por gas tiene una serie de ventajas frente a la extinción por agua:

- No dejan residuos.
- No conducen la electricidad.
- Evitan los daños producidos por el agua.
- Rápida actuación en el foco del incendio.
- La actividad se reinicia rápidamente tras la descarga.
- La inundación total permite que el agente extintor llegue incluso a las zonas menos accesibles.

²⁶ Ilustración extraída de Wikimedia Commons, commons.wikimedia.org.

Sin embargo, para que el sistema de extinción funcione correctamente, deben cumplirse unos requisitos de diseño e instalación adecuados. La estanqueidad del recinto o el sistema de refrigeración (las corrientes de aire, sus velocidades) pueden provocar en determinadas circunstancias que el sistema de extinción no se active porque falle la detección o que se active pero no lo extinga.

Tipos de gases

Existen distintos tipos de gases que se emplean en la extinción de incendios en los CPDs:

- Halón
- Novec 1230
- CO₂
- Halocarburos, HFCs
- Inertes

Halón

El halón ha sido el gas más empleado en los últimos 30 años para la extinción de incendios en los CPDs. Se presentaba en estado líquido y su principal ventaja era la absorción de calor en el cambio de fase (de líquido a gas). Sobre el tetraedro del fuego, el halón actuaba de dos maneras: absorbiendo calor y rompiendo la reacción en cadena. Su margen de seguridad para el uso con personas era alto. Sin embargo, debido a su potencial de destrucción de la capa de ozono se procedió a la prohibición de fabricar e importar halón desde enero del 1994 y a la desactivación y retirada de los sistemas de halón como máximo el 31 de diciembre del 2003, en el protocolo de Montreal en 1987.

Novec 1230

Es un agente limpio que a temperatura ambiente es líquido y se transforma en gas durante la descarga, lo que lo convierte en un agente eficaz de inundación total. En el tetraedro del fuego, el Novec 1230 suprime incendios gracias a su efecto de enfriamiento.

Se trata de un agente que no deja residuos. Es de baja toxicidad, lo que hace que sea ideal para espacios ocupados donde el personal puede exponerse al agente una vez comenzada la descarga. No es corrosivo ni conductivo, y se evapora rápidamente. Posee un potencial de reducción de ozono de cero, una vida atmosférica corta (5 días) y un potencial de calentamiento global de 1 [\[3M07\]](#). Su principal desventaja es que necesita mayor concentración que otros gases para lograr el mismo efecto extintor.

Dióxido de carbono, CO₂

El dióxido de carbono es, a presión atmosférica, un gas incoloro, inodoro, casi 1.5 veces más denso que el aire y que se almacena en forma líquida bajo presión [\[Afi12\]](#). En el tetraedro del

fuego, el dióxido de carbono se centra en reducir la cantidad de oxígeno, hasta un punto en que no pueda existir combustión.

El principal problema del CO₂ es que la cantidad necesaria para extinguir un fuego puede resultar perjudicial para las personas, ya que tiene efecto asfixiante, por lo que es necesario adoptar las medidas de seguridad adecuadas para asegurar la pronta evacuación, así como para evitar la entrada a la zona de descarga y para facilitar el rescate de cualquier persona que hubiera quedado atrapada durante la descarga. Estas medidas comprenden alarmas previas a la descarga, señales de advertencia, entrenamiento para el personal, avisos audibles, etcétera.

Halocarburos, HFCs

Los HFCs son los agentes limpios más extendidos como sustitutos del Halón. Se almacenan en estado líquido y sobre el tetraedro del fuego actúan enfriando la llama. Se emplea en concentraciones relativamente bajas.

La ventaja respecto al CO₂ y los gases inertes es que con cantidades inferiores de gas es posible extinguir el incendio, a la vez que optimiza el espacio requerido para el sistema de almacenamiento del gas.

El mayor inconveniente de los HFCs es el efecto invernadero. Su índice de potencial de calentamiento global es de 3500. A pesar de esto, la incidencia de las emisiones de HFCs frente los gases de efecto invernadero es muy baja, por lo que de momento no se han impuesto limitaciones al uso de HFC en sistemas de supresión de incendios. Sin embargo, han comenzado a plantearse restricciones en algunos países por la generación de compuestos tóxicos por descomposición térmica durante el ataque al fuego.

Los más empleados son el HFC-227ea (FM-200) y el HFC-23 (FE-13).

Gases Inertes

Los gases inertes son otro tipo de agentes limpios, que resultan de combinaciones de nitrógeno y argón (puros o mezclados), y CO₂. Se almacenan como gases comprimidos a presión.

Requieren de concentraciones relativamente elevadas ya que apagan el fuego reduciendo la cantidad de oxígeno hasta niveles en los que no se sostiene la combustión. Este tipo de gases se emplean básicamente en riesgos tecnológicos, eléctricos y electrónicos, donde no es posible o es muy costosa la limpieza de los bienes protegidos.

Los productos que se comercializan por el momento son [\[Ing07\]](#):

- El IG-541, Inergen, es una mezcla de nitrógeno (52%), argón (40%) y anhídrido carbónico (8%), fabricado por Wormald. La EPA permite su utilización en áreas ocupadas siempre que la concentración de oxígeno sea superior al 12% y la de CO₂ inferior al 5%.

- El IG-55, Argonite, es una mezcla al 50% de nitrógeno y argón, fabricado por Ginge-Kerr. Las condiciones de uso son las mismas descritas para el Inergen.
- El IG-01, Argón, está formado por gas argón al 100%. Esta marca es comercializada por la firma Preussag y sus parámetros de uso similares a los antes detallados.

Ninguno de los tres productos es tóxico y en caso de una descarga accidental no presentaría problemas para los ocupantes del área involucrada.

En la siguiente tabla (Tabla 12) podemos comparar las principales características del Inergen, FE-13 y FM-200.

Nombre comercial	Inergen	FE-13	FM-200
Mecanismo de extinción	Disminución del oxígeno	Inhibe reacción en cadena	Inhibe reacción en cadena
Presión de vapor (77° F)	2207 psi (Gas alta presión)	686 psi (Gas alta presión)	66.4 psi (Gas baja presión)
Potencial reducción de ozono	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Potencial de calentamiento atmosférico	Ninguno	100 años - GWP de 9.000	100 años - GWP de 3.300
Tiempo de vida atmosférico	Cero-Derivado de la atmósfera	235/280 años	31/42 años
Concentración de diseño mínima	35.0%	14.4%	7.0%
Tiempo de descarga	60 segundos a concentración de diseño	en 10 segundos el 95% de la descarga	en 10 segundos el 95% de la descarga

Tabla 12: Comparativa agentes extintores

Evaluación de riesgos

La descarga de un sistema de extinción que utiliza un extintor del tipo halocarbonado (HFC), puede crear riesgos para el personal, derivados de la toxicidad intrínseca del mismo o de los productos de descomposición térmica en caso de incendio [\[Ing07\]](#).

La toxicidad de estos productos se mide por diversos parámetros:

- El NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), que es la concentración más alta a la que ningún efecto psicológico o toxicológico adverso ha sido observado.
- El LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), que es la concentración más baja a la que ha sido observado algún efecto psicológico o toxicológico adverso.
- El LC (*Lethal concentration*), que es la concentración a la que sometida una población de ratas, resulta mortal para el 50% de las mismas en una exposición de 4 horas. Cuanto más alto es el valor de LC, menos tóxico es el producto.

A continuación, en la Tabla 13, se agrega una tabla donde se exponen los valores conocidos del LC, NOAEL y LOAEL para algunos agentes limpios.

Agente	LC	NOAEL	LOAEL
FM-200	> 80%	9%	10,5%
FE-13	> 65%	50%	>50%
INERGEN	No tóxico	43%	52%
ARGONITE	No tóxico	43%	52%
ARGON	No tóxico	43%	52%

Tabla 13: Toxicidad para gases

El criterio que permite determinar si un agente extintor es utilizable en áreas normalmente ocupadas, es el análisis de su cardiotoxicidad, comparándola con su concentración de diseño. La concentración de diseño del gas debe ser siempre inferior al NOAEL para garantizar la seguridad del mismo.

En la tabla que se muestra a continuación, se exponen valores de *cup burner*²⁷, concentración de diseño y NOAEL para algunos agentes limpios:

Agente	Conc. cup burner	Conc. diseño	NOAEL
FM-200	5,9%	7,2%	9%
FE-13	12%	15%	30%
INERGEN	30%	36%	43%

²⁷ El Test de *cup-burner* se emplea para determinar la concentración mínima de extinción (MEC, *Minimum Extinguishing Concentration*) de agentes supresores gaseosos contra líquidos inflamables como el n-heptano. La NFPA 2001 establece que la concentración de diseño siempre debe ser un 20% superior a la concentración de *cup burner*.

ARGONITE	30%	36%	43%
ARGON	30%	36%	43%

Tabla 14: Concentraciones gases

Además, para la eficacia de la protección, es importante no solo conseguir una buena concentración, sino que esta se mantenga durante un período mínimo de tiempo. El tiempo mínimo de permanencia de la concentración deberá ser superior a 10 minutos. La masa de agente extintor-aire después de la descarga, resulta más densa que el aire exterior al recinto, con lo que el agente extintor tenderá a vaciarse rápidamente por todas las aberturas que existan.

6.3.2 Extinción por agua nebulizada

El agua nebulizada es agua impulsada a alta presión a través de boquillas especiales [\[Mar12\]](#).

Está formada por microgotas descargadas a alta velocidad. La superficie de refrigeración es muy grande y la vaporización muy rápida. En la Tabla 15 se muestra una comparativa de los diferentes tipos de gotas en función del sistema de refrigeración.

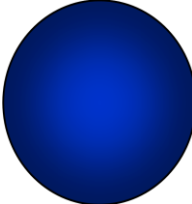
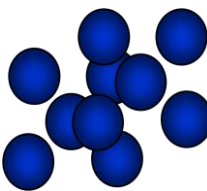
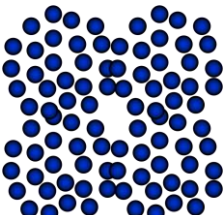
	Nº de gotas	Tamaño (promedio) gota	Vaporización
 <p>Rociador convencional</p>	1	>1000 μm	1 seg
 <p>Niebla baja y media presión</p>	40	300 μm	0,1 seg
 <p>Agua nebulizada</p>	8000	50 μm	0,003 seg

Tabla 15: Agua nebulizada

En el tetraedro del fuego, el agua nebulizada suprime el incendio mediante enfriamiento, bloqueo de calor radiante e inertización del oxígeno. Son sistemas que emplean la humectación como principal mecanismo, y gracias a la nebulización conseguida, utilizan hasta

un 90% menos de agua que los sistemas de rociadores convencionales para la misma aplicación con un rendimiento equivalente o superior.

Frente a los sistemas de extinción convencionales y de agua pulverizada, el agua nebulizada presenta las siguientes ventajas:

- Consume entre un 60 - 90% menos de agua
- La descarga no produce daños a los equipos
- Al necesitar menos agua, ocupa menos espacio
- Extingue el incendio, mientras que los convencionales y el agua pulverizada son sistemas de control y supresión²⁸.

Frente a la extinción por gas presenta las siguientes ventajas:

- Mayor enfriamiento. Los gases no usan agua, así que existe posibilidad de re-ignición
- Los gases presentan daños por descarga indeseada (vidas humanas, coste recarga) y daños en descarga (productos descomposición térmica)
- No precisa estanqueidad en el recinto, mientras que los gases necesitan una estanqueidad próxima al 100%

Beneficios

- Alta eficacia: Eficacia demostrada en la lucha contra incendios de clase A y B²⁹.
- Sistema Inocuo: Es completamente inofensivo para las personas y el entorno.
- Limpieza: Emplea una menor cantidad de agua. Al tratarse de agua limpia en cantidades inferiores en comparación con otros sistemas, minimiza los daños causados por el agua y requiere un escaso trabajo de limpieza.
- No requiere estanqueidad.

El sistema está compuesto de depósito de agua, equipos modulares, equipos de bombeo, válvulas, tubería y boquillas nebulizadoras.

²⁸ Sistemas de extinción: Completa supresión del mismo hasta la desaparición total de posibilidad de re-ignición.

Sistemas de supresión: Intensa reducción del calor radiante y prevención de la re-ignición, durante el tiempo de descarga.

Sistemas de control: Limitación del crecimiento del fuego y prevención de daños estructurales.

²⁹ Existen cinco clases de fuegos: A (materiales que producen brasas), B (líquidos inflamables), C (gases inflamables), D (metales combustibles) y F (grasas) [\[UNE05\]](#).

Lavado de humos

La técnica del lavado de humos comprende la extracción del humo y gases corrosivos desde el falso suelo como parte del proceso de extinción del incendio. Utiliza un sistema de agua nebulizada del tipo alta presión, doble ruido (agua + nitrógeno), y una sola tubería.

Capítulo 7 Instalaciones de *Racks* y cableado

7.1 Racks

Un *rack* es la estructura que alberga los equipos TIC. El *rack* es una estructura modular, como puede verse en la Ilustración 36³⁰, formado por las siguientes partes:



Ilustración 36: Elementos de un *rack*

- Estructura (armazón).
- Paneles laterales.
- Puertas.
- Paneles ciegos.
- PDUs (ver apartado [4.4](#)).
- Techo.

³⁰ Ilustración extraída de la página web de Módulo, www.modulo.pt.

- Suelo.
- Cerradura.
- Pasahilos: se trata de un elemento organizador de cableado. Posee una serie de liras por las que se pasan los cables, tanto de fibra como de cobre. Pueden ser verticales u horizontales y suelen ser de 1U.
- Bandejas.
- Guías: elementos empleados para el montaje de bandejas, servidores, SAIs. Pueden ser fijas o extraíbles (telescopicas).

7.1.1 Normativa

Las medidas de los *racks* están estandarizadas por las normas que se describen a continuación:

- EN 60297-3-100:2009: Estructuras mecánicas para equipamiento electrónico.
– Dimensiones de estructuras mecánicas de las series de 482,6 mm (19 pulgadas) – Parte 3-100. Especifica las dimensiones básicas de los paneles frontales, *subracks*, chasis, *racks* y cabinas de 482,6 mm.
- IEC 297: Dimensiones de estructuras mecánicas de las series de 482,6 mm
- EIA 310-D: *Racks*, paneles y equipamiento asociado.
- DIN 41494: Estructuras mecánicas para equipamiento electrónico; Estructuras mecánicas para equipamientos electrónico de las series de 482,6 mm; guía de aplicación.

7.2 Sistema de cableado

Desde el punto de vista de la infraestructura, una de las partes más importantes y complejas del diseño del CPD es el cableado estructurado. La red física establece cómo estos equipos se comunican unos con otros y con el mundo exterior.

Es de vital importancia que el sistema de cableado del CPD esté bien organizado para que sea fácil de entender y manejar. Si el sistema de cableado se diseña bien, aportará escalabilidad al CPD.

El uso de un CPD se ve afectado por los siguientes [\[Alg05\]](#) aspectos del cableado estructurado:

- Medios de cableado escogidos
- Número de conexiones
- Organización del cableado

7.2.1 Jerarquía de cableado

Existen dos jerarquías de cableado, conocidas como *Top of the Rack* (ToR) y *End of the Row* (EoR). Ambas parten de una hilera de *racks* donde se instalan la mayor parte de los dispositivos de red. Esta fila se llamará fila de red y desde ella debe partir el cableado que va a las filas de servidores.

Una opción sería que el cableado estructurado fuese directamente a cada *rack* (ToR), como se puede ver en la Ilustración 37 [Cis12]. Esto funciona muy bien en entornos pequeños, porque el cableado recorre distancias cortas y puede manejarse con facilidad. No ocurre lo mismo en entornos mayores. Sin embargo esta será la opción elegida en aquellos casos en que se focaliza el diseño en la topología lógica y se presta poca atención a la física. Sus diseños se basan en los caminos que los datos siguen de un punto a otro de la red, pero no se fijan en el cableado estructurado que debe instalarse para permitir esto.

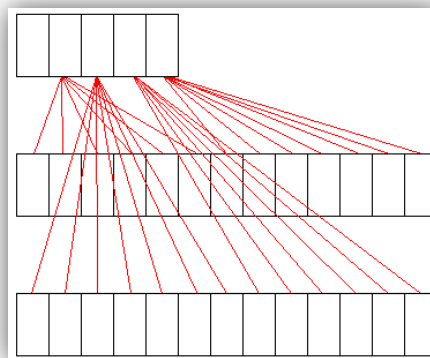


Ilustración 37: Top of the rack

En la Ilustración 38 [Cis12], se muestra otra opción, con un distribuidor de cableado de fila (conocida también como EoR), al que llegará el cableado, y desde allí se distribuirá a cada *rack* de la fila. Este modo sigue los principios del buen diseño de un CPD porque hace que el entorno de servidores sea más robusto, modular, flexible y estándar.

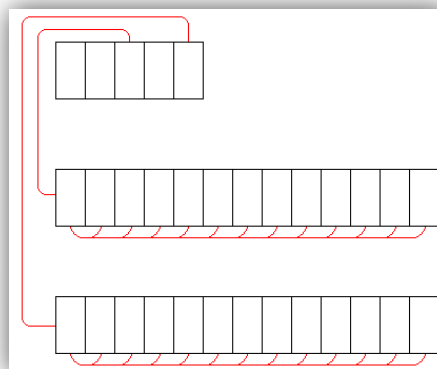


Ilustración 38: End of the row

El cableado, una vez en los *racks*, se distribuye a través de paneles de parcheo que pueden ser tanto de cobre como de fibra óptica. Se recomienda que se encamine el cableado estructurado por los laterales del *rack*. Es aquí donde se aprecia la importancia de limitar el tamaño de los haces de cables. Los instaladores de cableado pueden experimentar dificultades a la hora de encaminar el cableado estructurado en los *racks*, debido a que los haces son bastante rígidos y no moldeables, motivo por el cual el instalador deberá tener cuidado a la hora de manejarlo debido a los radios de curvatura de las fibras ópticas. Para facilitar esta tarea deben instalarse pasahilos y organizadores de cableado en los armarios, a través de los que se encaminarán los cables.

7.3 Arquitectura del CPD

7.3.1 Sistemas informáticos del CPD

Los principales componentes del CPD (en cuanto a sistemas informáticos se refiere) son los servidores, almacenamiento y elementos de comunicaciones [\[Ent12\]](#).

Servidores

Pueden ser en formato torre, *rack* y *blade*. El servidor tipo torre es el más básico, con un coste comparable al de un PC. Poseen todos los componentes tradicionales: disco duro, placa base y CPUs. Son bastante potentes ya que pueden tener más discos que las otras opciones, y se refrigeran fácilmente. Sin embargo, su principal problema es el espacio que ocupa, ya que no son enracables, lo que afecta a la escalabilidad de la solución. El servidor tipo *rack*, como su propio nombre indica, está diseñado para ser enracado, lo que supone un ahorro de espacio frente al formato anterior. Este formato dota de escalabilidad a la solución. Su principal problema radica en la dificultad que existe para refrigerarlos. Con la virtualización aparecen los servidores tipo *blade*. Se trata de un servidor modular diseñado para minimizar el uso de espacio físico. Un chasis *blade* contiene múltiples servidores *blade*, además de mecanismos de ventilación y alimentación. Es una solución altamente escalable. Sin embargo, requiere de mecanismos de refrigeración adicionales y mayor energía que los otros formatos, lo que incrementa su coste a largo plazo [\[Rok12\]](#). En la Ilustración 39 pueden verse los tres tipos de servidores descritos:



Ilustración 39: Tipos de servidores

La virtualización de servidores proporciona mejor fiabilidad y alta disponibilidad en el caso de fallo en el *hardware*. Además, aumenta la utilización de los recursos *hardware* además de mejorar su administración al tener una única interfaz de gestión para todos los servidores virtuales.

Almacenamiento

Los requerimientos de almacenamiento varían dependiendo del tipo de servidor. Los servidores de aplicaciones requieren menos capacidad de almacenamiento que los servidores de bases de datos. Existen tres opciones de almacenamiento [\[Paw12\]](#):

- *Direct Attached Storage* (DAS). Conexión directa de los servidores al almacenamiento. Cada servidor aloja los discos duros que utiliza.
- *Network Attached Storage* (NAS). Conexión del almacenamiento a la red Ethernet.
- *Storage Area Network* (SAN). Red de almacenamiento dedicada de alto rendimiento que transfiere datos entre servidores y dispositivos de almacenamiento [\[Dur04\]](#).

Comunicaciones

Los componentes de red (switches de nivel 2 y 3, routers WAN) proporcionan conectividad al CPD.

7.3.2 Diseño de red del CPD

El CPD aloja la potencia, almacenamiento y aplicaciones necesarias para soportar cualquier negocio. La infraestructura del CPD es el centro de la arquitectura TIC, desde donde se origina o pasan todos los datos. El diseño de la infraestructura de red del CPD es crítico, deben tenerse en cuenta para ello factores como el rendimiento, la resistencia, la escalabilidad o la flexibilidad.

El diseño de red del CPD está basado en una arquitectura por capas, tal y como se muestra en la Ilustración 40 [\[Cis07\]](#):

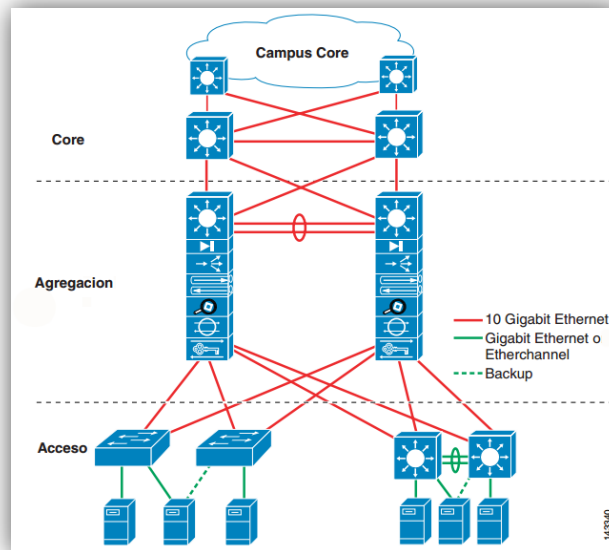


Ilustración 40: Arquitectura del CPD

Tal y como describe Cisco, las capas en las que se divide la red de un CPD son *Core*, *Agregación* y *Acceso*:

- *Core*. La capa de *Core* proporciona conmutación de paquetes a altas velocidades para todos los flujos de entrada y salida del CPD, además de conectividad balancear la carga entre el *Core* de Campus y las capas de agregación.
- *Agregación*. Proporciona funciones como la definición de dominios de nivel 2 (VLAN) y *spanning tree*. El tráfico entre los servidores atraviesa la capa de agregación y emplea servicios como el firewall o balanceo de carga para optimizar y dotar de seguridad las aplicaciones.
- *Acceso*. A la que se conectan físicamente los servidores para acceder a la red. El nivel de acceso se rige también por una topología de ToR y EoR, como la descrita anteriormente para el cableado.

Al igual que el resto de sistemas del CPD, también el sistema de comunicaciones está redundado en cada una de sus capas. Esto dota al sistema de robustez, escalabilidad y flexibilidad [Cis07].

En los CPDs actuales, gracias a la evolución de los equipos de acceso, es muy habitual encontrar diseños de dos niveles. Los switches de acceso a los que conexionan los servidores se conectan a los switches de agregación/*Core*, que proporcionan las funcionalidades de *switching* y *routing*. Entre las ventajas de la fusión de las capas de agregación y *Core* destacan la simplicidad de diseño, la reducción de costes y la menor latencia de red.

Capítulo 8 Instalaciones de Seguridad

En este capítulo se exponen diferentes opciones de control de acceso al CPD y se recomiendan modos de operación para aquellos trabajadores que operan en ellos, basándonos en recomendaciones de Cisco [\[Alg05\]](#).

8.1 Restricciones físicas

Dado que el CPD contiene los servidores, aplicaciones y datos más críticos de la compañía, es importante asegurar físicamente el entorno. Se desea proteger al equipamiento de robos o vandalismo, de daños accidentales provocados por personal sin formación adecuada para trabajar en el CPD, y de extracción de información del CPD por parte de personal no autorizado.

La principal manera de proteger los equipos del CPD es controlar quién puede acceder a ellos mediante bloqueo de puertas, controles de acceso y *racks* con cerraduras. Las cámaras de video vigilancia pueden registrar quién entra o sale del CPD. Finalmente, establecer unas claras políticas de acceso asegurará que sólo el personal adecuado esté autorizado a entrar al CPD.

8.1.1 Puertas

Las puertas deben estar provistas de una cerradura. En un CPD pequeño en el que entran frecuentemente un determinado número de personas, puede concebirse proporcionar a cada empleado autorizado una llave o código para entrar, manteniendo un registro de las entradas al CPD y prohibiendo la distribución de copias de llaves. Este método se basa sin embargo en los empleados para asegurarse de que los mecanismos de entrada al CPD no se comparten con personas no deseadas.

La mayoría de las compañías optan por un sistema automatizado de seguridad, como lectores de tarjetas o sistemas biométricos. Cuando una persona se identifique en el lector mediante su tarjeta, huella dactilar, voz, rasgos faciales o iris, se desbloqueará la puerta siempre que la persona tenga el nivel adecuado de acreditación.

El sistema de seguridad mantendrá almacenadas unas listas de, permitiendo mayor control y flexibilidad que otorgando códigos de acceso a los empleados. Se puede autorizar a visitantes con tarjetas que expiren en un periodo determinado de tiempo, por ejemplo. Puede obtenerse información de los datos de acceso, por ejemplo, de las entradas y salidas en un determinado periodo de tiempo. Esto puede ser útil en caso de ocurrir algún evento indeseado, ayudando a conocer quién se encontraba allí en ese momento.

También deben introducirse mecanismos de seguridad que eviten que alguien se quede atrapado en la sala si ocurre un incendio o cualquier otro tipo de desastre.

8.1.2 Jaulas

Aunque la mayoría de los CPDs tienen paredes robustas, en ocasiones una organización puede preferir rodear una zona específica de servidores por una reja. Esto proporciona mayor seguridad física a los servidores y dispositivos de red que rodea. También puede emplearse para crear diferentes zonas de servidores, quizás porque la sala albergue servidores de diferentes clientes.

La mayor ventaja de una jaula es que es una manera muy sencilla de crear una barrera de acceso al entorno de servidores. Impide el acceso a personal no autorizado mientras que permite que la zona enjaulada reciba los efectos del resto de infraestructuras del CPD, como refrigeración y detección y extinción de incendios. Además es más barata y fácil de construir que una pared tradicional.

Sin embargo, debe tenerse cuidado porque una jaula permite a la gente ver y saber que algo de valor existe en su interior.

8.1.3 Cierre de *racks*

Otra opción para proporcionar una seguridad física extra a los servidores es el uso de *racks* con cerraduras. Las cabinas o *racks* para servidores, que suelen venir con puertas y paneles laterales, tienen la opción de estar equipados con cerraduras. Estas cerraduras son de diferentes tipos – llave, combinación o sistema lector de tarjetas. Sea cual sea, impide a una persona tener acceso directo a los servidores o equipos de red ubicados en el interior del *rack*.

8.1.4 Circuito de video vigilancia

Los lectores de tarjetas registran quién entra y sale del CPD, pero para una estrecha vigilancia de quién entra en el entorno de servidores se recomienda instalar un circuito cerrado de cámaras. Las cámaras pueden ubicarse fuera de las entradas al CPD y, para lograr mayor visibilidad, en puntos clave de la sala. Las cámaras son típicamente monitorizadas por personal de seguridad y pueden limitarse a reproducir las imágenes en directo o grabarlas para su archivo y su posterior visualización.

8.1.5 Control de acceso

Tan importante como los controles de seguridad físicos para proteger la sala lo son las reglas y normas que regulan la entrada. Ni siquiera el mejor sistema físico de seguridad puede proteger algo cuando alguien tiene la llave.

Deben establecerse políticas de acceso al CPD que definan quién está autorizado a entrar y bajo qué circunstancias. La mayoría de las políticas de acceso se crean en base a los trabajos que van a realizarse en el CPD. Otras políticas más sofisticadas distinguen entre dos tipos de accesos: a largo plazo y a corto plazo.

8.1.6 Buenas prácticas

La mejor protección para un CPD, después de infraestructura de respaldo y de controles de acceso que impidan el paso a personal no autorizado, es un conjunto de normas o estándares de operación que guíen a los usuarios del CPD acerca de cómo desarrollar su trabajo de manera segura en la sala y realizar un correcto uso de la infraestructura.

No se trata de una lista de normas. Primero, algunas normas de comportamiento se han obviado. Se asume que cualquier persona trabajando en el CPD va a mostrar un mínimo de sentido común y respeto a la infraestructura. Segundo, no importa cuántas normas se listen, siempre existirán circunstancias inusuales que no estarán contempladas.

Pese a las reglas, lo más importante es que la persona que entre al CPD sea consciente de la criticidad de lo que está en la sala y se comporte adecuadamente.

Gestión de cambios

Un cambio es una alteración en cualquier elemento del CPD que puede afectar al cliente o puede dificultar la habilidad de la compañía para proveer sus servicios. Algunas compañías aplican la gestión de cambios a cualquier actividad que ocurra en el CPD o que pueda afectarlo mientras que otras lo obvian para actividades que no requieren interacción física con dispositivos o infraestructura del CPD y no tienen grandes probabilidades de causar una caída del servicio.

El trabajo de un CPD debe ser seguro y fiable. Se desea que la sala, y el equipamiento que se encuentra en ella, operen sin incidentes. Implementando una gestión de cambios pueden evitarse las sorpresas. Se trata de un método de planificación, coordinación y comunicación acerca de actividades que se desarrollan en torno a las instalaciones vitales de la compañía, aquellas que son imprescindibles para mantener la operación del negocio y el servicio a los clientes.

La idea es que cuando el CPD se encuentra funcionando adecuadamente, se desea limitar aquellos factores que pueden alterar su funcionamiento y controlar los que son necesarios. Cualquier acción que pueda cambiar las condiciones en estas salas debe ser previamente comunicada a las personas a las que puede influir. Esto permite planificar la situación que se aproxima y, en caso de ser necesario, solicitar una re-planificación de la actividad o incluso una cancelación de la misma.

Los cambios deben realizarse, siempre que sea posible, fuera del horario laboral. Esto tiene la ventaja de eliminar los problemas provocados en caso de una parada de servicio. El inconveniente de esto es que probablemente el precio de los trabajadores que vayan a intervenir en el cambio se incremente debido al horario. En caso de tener que realizarse en horario laboral, debe escogerse el momento en que menos impacto pueda tener para los trabajadores.

8.2 Monitorización

Cuando hablamos de proteger un CPD no solo nos referimos a realizar *backup* periódicos de los servidores, instalar *firewalls* y antivirus, y mantenerlos actualizados. Existen también amenazas más tangibles como son la generación de puntos calientes en los *racks*, la caída del sistema de climatización, los cambios de humedad o las fugas de agua.

El sistema de monitorización ambiental permite monitorizar en tiempo real las condiciones en los *racks*, salas de servidores y CPD. Las condiciones monitorizadas incluyen temperaturas extremas, humedad, caídas de tensión, fugas de agua, humo,... Con un sistema de monitorización adecuado se estará preparado para detectar a tiempo cualquier efecto adverso que estas condiciones pudieran tener en el CPD. Es posible también que el sistema de monitorización alerte de errores humanos o *hacking*. Pueden combinarse con las soluciones de video vigilancia.

Para notificar las alertas al administrador, la mayoría de los sistemas de monitorización disponen de la posibilidad de enviarlas vía correo electrónico, mensajes SMS o SNMP *traps*.

Temperatura

En los CPDs actuales resulta muy complicado mantener un control de las temperaturas debido a la alta densidad de los *racks*. Como resultado, aparecen puntos calientes en zonas donde no debería. La instalación de sensores de temperatura con conectividad a la red Ethernet en el CPD permite controlar las temperaturas en estos puntos calientes. En caso de que dichas temperaturas sobrepasen un umbral determinado, el sistema genera una alerta que permite al administrador revisar el sistema de climatización o tomar las medidas preventivas necesarias para evitar daños mayores. Se recomienda la instalación de al menos un sensor por *rack*. En el caso de que la instalación sea con cerramiento de pasillo frío o caliente, se recomienda poner el sensor en el pasillo caliente.

Humedad

Un sistema inteligente, cuando detecta un aumento de humedad en uno de sus sensores, comprobará el estado del resto de sensores antes de generar una alarma, monitorizando los niveles de humedad. En caso de que el nivel (alto o bajo) persista o que más de un sensor detecte la anomalía, generará la alerta correspondiente.

Fluidos

Es recomendable instalar sensores de fugas en todos aquellos puntos del CPD por los que circula líquido. Estos puntos están generalmente relacionados con las instalaciones de climatización.

Integración con otros sensores

Es imprescindible que los sensores anteriormente mencionados se integren adecuadamente con los detectores de humo/fuego instalados en el CPD para prevenir incendios, que a pesar de estar vinculados a su central de incendios, pueden integrarse en el sistema de monitorización para proporcionar a los administradores la oportunidad de tomar medidas antes de que se produzca la descarga del sistema de extinción. También pueden integrarse con las PDUs y las SAIs, monitorizando el estado de las baterías y condiciones de alarma.

Seguridad física

Mediante sensores de contacto seco/sensores de movimiento, puede monitorizarse la apertura de puertas de la sala o de los *racks*, alertando a los administradores en caso de producirse un acceso no autorizado o un descuido.

A continuación, en la Ilustración 41³¹, se muestra un típico esquema de solución de monitorización. Básicamente está compuesta por un dispositivo central (Hub) conectado a la red Ethernet, al que se conectarán los sistemas de video vigilancia y seguridad, y el resto de sensores inteligentes y de temperatura para su seguimiento. Cuando se detecte una alerta, la central enviará vía email, SMS o *SNMP trap* la información al administrador, que tomará las medidas que estime necesarias.

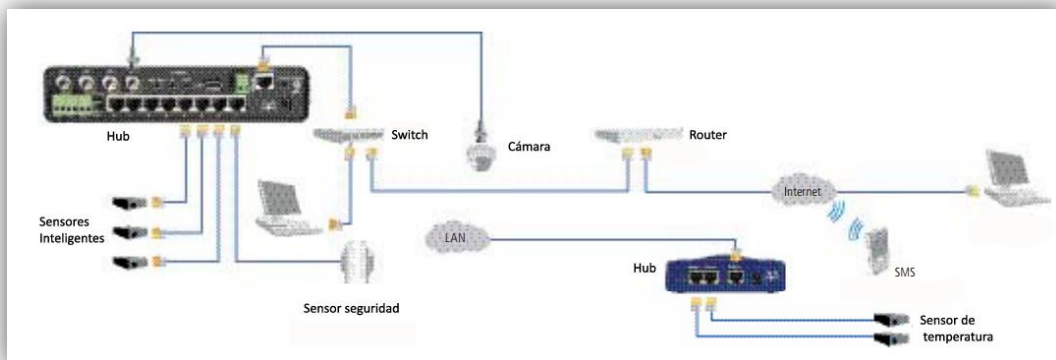


Ilustración 41: Esquema de monitorización

SNMP traps

Los *SNMP traps* permiten que un agente notifique a la central de gestión los eventos más significativos y sin necesidad de que la central los solicite. No se trata, por tanto, de un sistema de petición y respuesta de mensajes, tal como muestra la Ilustración 42:

³¹ Ilustración extraída de la página web de Blackbox, www.blackbox.es.

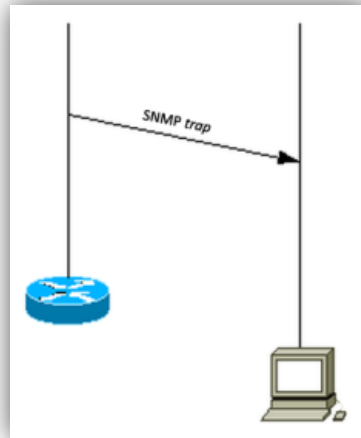


Ilustración 42: *SNMP trap*

SNMPv1 (*Simple Network Management Protocol*) y SNMPv2c junto con la MIB (*Management Information Base*) asociada, permiten la notificación directa mediante *traps*.

La idea es que dado que un gestor es responsable de un número muy alto de dispositivos, y cada dispositivo puede tener también un número elevado de agentes asociados, es impracticable para el gestor pedir información de cada agente. La solución es que cada agente del dispositivo gestionado envíe notificaciones al gestor sin que éste se las pida, mediante *traps* [Cis06].

La MIB es un fichero de texto ASCII que describe a los elementos de una red SNMP como una lista de objetos. Su función es traducir el contenido del *trap* en un mensaje comprensible para el operador, identificando los objetos a partir de su OID³². La MIB de un dispositivo es importante porque solo los objetos que aparezcan en la MIB pueden ser monitorizados [DPS12].

³² OID, *Object Identifier*, es un identificador numérico que asigna SNMP a cada objeto de la MIB.



Parte II: Implementación de un CPD

En esta segunda parte, se procederá a describir el caso práctico ficticio, en el que se tomarán las decisiones que mejor se adecúen a los requerimientos establecidos y de acuerdo con lo expuesto en la Parte I de este documento.

A continuación se muestra un pequeño resumen de cada uno de los capítulos que conforman esta parte:

- **Pliego de prescripciones técnicas:** representa los requerimientos del cliente ficticio para su cumplimiento en la solución adoptada. Se presenta en un formato similar al que tendría un Pliego de Prescripciones Técnicas real, con las especificaciones de cada uno de los sistemas involucrados en el proyecto. Se ha prescindido de la parte administrativa que suele incluir todo pliego pero que carece de importancia en el presente documento.
- **Análisis de la situación actual:** analiza en qué situación se encuentran las instalaciones del cliente en todos aquellos aspectos que posteriormente afectarán a la toma de decisiones acerca de la mejor solución. Se inventarían los equipos para el cálculo de consumos de potencia.
- **Propuesta técnica:** presenta la solución técnica propuesta al cliente ficticio para el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en el PPT³³. Está redactado siguiendo el formato de las ofertas reales presentadas por Fujitsu.
- **Conclusiones:** tras el estudio del diseño y su posterior implementación, se extraen las conclusiones pertinentes.
- **Anexos:** comprende el plan de proyecto, el presupuesto y las hojas de características de los equipos propuestos en la solución.

³³ PPT, siglas de Pliego de Prescripciones Técnicas.

Capítulo 9 Pliego de prescripciones técnicas

9.1 Introducción

En los capítulos anteriores se han descrito las distintas infraestructuras que componen un CPD y que deben estudiarse para poder realizar un diseño adecuado. Tras esto, se planteará un caso ficticio al que aplicar con mayor detalle lo estudiado en la primera parte del proyecto.

Este caso ficticio surge de la necesidad de un cliente de adecuar sus instalaciones para albergar un CPD. Generalmente, el cliente recoge todos sus requisitos en un documento llamado Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT), al que deberá ceñirse la solución propuesta, ya que define las condiciones mínimas que se deberán ofrecer.

Dicho PPT será el punto de partida de esta segunda parte. De su estudio se procederá al planteamiento de la solución que mejor se adecúe para cumplir con todos los requisitos del cliente, así como las posibles mejoras a dicha solución.

En este capítulo se explica el contenido del PPT, para poder presentar el escenario sobre el que se va a desarrollar esta segunda parte del proyecto.

9.2 Objeto del contrato

La empresa Empresa S.L. (*ESL* en adelante) tiene su sede en un edificio de tres plantas de Madrid. Actualmente, no posee CPD y sus *racks* se encuentran ubicados en distintas salas y despachos de la planta baja de su edificio. El fallo del sistema de aire acondicionado de uno de los despachos, en el que se encontraba un rack de comunicaciones, provocó el sobrecalentamiento de algunos de los equipos y su posterior caída, lo que causó una parada del servicio de varias horas. Es por ello que solicitan el acondicionamiento de una zona del edificio como CPD. El acondicionamiento de las salas que conforman el CPD abarcará las siguientes infraestructuras:

- Obra civil.
- Aire acondicionado.
- Seguridad.
- Sistema de detección/extinción de incendios.
- Control de accesos.
- Electricidad.
- Cableado estructurado en el interior del CPD.
- Sistemas de protección eléctrica.

- Alumbrado General/Emergencia.
- Suministro de *racks* y control remoto de los mismos.

9.2.1 Normativa aplicable

A continuación se muestra una relación de normas, decretos, reglamentos y estándares que se consideran aplicables a las instalaciones objeto del proyecto de adecuación del CPD. Cualquier otra norma, o documentación de carácter técnico que se considere necesario cumplir, debería ser aplicada justificando su idoneidad u obligatoriedad.

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, aprobación Código Técnico de Edificación.
- Normativa EN-1047-2 sobre el grado de protección y resistencia al fuego de los cerramientos.
- Decreto 72/1992 Normativa Técnica para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- UNE EN 60439-2 sobre canalizaciones eléctricas prefabricadas para uso general.
- UNE EN 60.598.2.22 de luminarias para alumbrado de emergencia.
- UNE 20.062.93 de aparatos autónomos para alumbrado de emergencia. Prescripciones de funcionamiento.
- UNE 20.392.93 aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia.
- Norma europea EN 300253 – Puesta a *tierra* y toma de masa de los equipos de Telecomunicaciones en los Centros de Telecomunicaciones.
- UNE 20460-7-707:1987 – Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 707: puesta a *tierra* de las instalaciones con equipos de proceso de datos.
- Norma ISO 14644 sobre Condiciones Ambientales Limpias para un CPD.
- Recomendaciones de la ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.*) para centros de proceso de datos.
- NFPA 75: Norma para la protección de equipos de computación electrónicos / equipos procesadores de datos.
- Norma ISO 11801. Norma general de cables de comunicaciones.
- Norma general norteamericana sobre cables de comunicaciones y datos IAE-TIA 568.

- Norma EN 55073. Norma europea de cables de datos.
- Ordenanzas municipales de protección del medio ambiente.

9.3 Centro de proceso de datos

Se pretende cubrir las necesidades para la adecuación del centro de proceso de datos de ESL. Para ello, se deberán cumplir los requerimientos en cuanto a normativas de seguridad, prevención y mantenimiento de sus equipos.

Se deberán igualmente cubrir las necesidades de los diferentes aspectos que integran la adecuación de una sala de características avanzadas para la instalación de equipos informáticos y de comunicaciones considerados como críticos para el normal desarrollo de la actividad de la empresa.

En este apartado se detallan los requerimientos sobre infraestructura y elementos a instalar en el CPD.

9.3.1 Ubicación

El CPD se situará en la planta baja del edificio en el que se encuentra ESL.

Se adjunta planta de la ubicación disponible en la Ilustración 43.

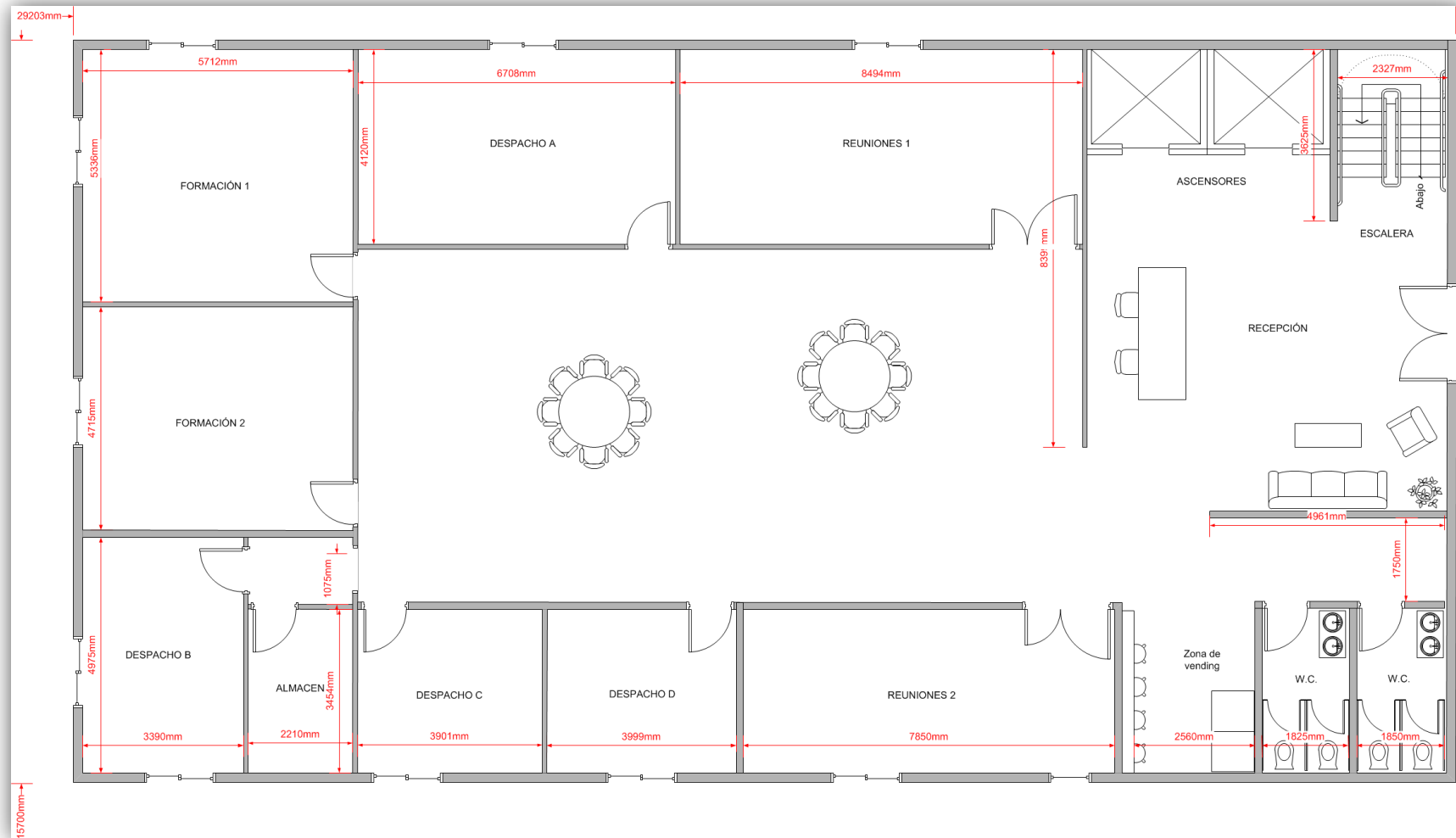


Ilustración 43: Plano inicial ESL

Ocupando toda la superficie disponible de las salas Formación 1 y Formación 2, se ubicará la sala de servidores, con un tamaño total de aproximadamente 58 m². En alguno de los despachos adyacentes a la sala de servidores sería posible situar la sala de instalaciones, en donde se ubicarán los equipos de climatización, electricidad, seguridad, etc.

9.3.2 Características constructivas del CPD

Tipo de construcción

La solución a utilizar deberá cumplir, en general, con los requerimientos de la norma TIA 942, *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*, cumpliendo con el estándar NFPA 75.

- La solución debe ser un paquete completo *llave en mano*³⁴.
- Los componentes de la solución, proceso de montaje y control de calidad deben realizarse conforme a procesos y normas internacionales (IEC, EN, ISO, DIN,...).
- Requisitos de las puertas:
 - Serán de una hoja o dos conforme al diseño propuesto por el licitante.
 - Tendrán en el interior barra anti-pánico.
 - Protección ante el fuego acorde al cerramiento global de la sala.
 - Anchura libre de paso de, mínimo, 1000 mm.
 - Altura libre de paso de, mínimo, 2200 mm.
 - No tendrán “ojo de buey” ni ningún otro elemento que permita la visión del interior del recinto.
- La estructura que sustente la solución deberá cumplir los siguientes requisitos:
 - Tener un acabado estético acorde al resto de la sala.
 - Servir de soporte para las tuberías del sistema de extinción de incendios.
 - Servir de soporte para el sistema de bandejas de cableado.
 - No tener columnas de suportación de forma que se maximice el área útil del recinto.

³⁴ La expresión “llave en mano” se emplea para referirse a una solución completa, que no requiere ningún tipo de intervención por parte del usuario y se entrega lista para usar.

- La solución deberá contar con un sistema por el que se puedan realizar entradas y salidas de cableado (electricidad, datos, etc.) de forma que se mantenga la estanqueidad del recinto y su protección al fuego.
- Si fuera necesario contar con un sistema de válvula de sobrepresión para regular cualquier incidencia de esta índole producida por el sistema de extinción de incendios, sistema de renovación de aire, etc. de forma que proteja de cualquier daño estructural al recinto. Este sistema también deberá estar diseñado de forma que no suponga un punto débil en la estanqueidad y protección ante el fuego del recinto del CPD.
- Todo el muro que conforma el perímetro en las zonas de rampa de acceso a falso suelo deberá estar debidamente protegido contra el paso de agua o humedades.

Falso suelo técnico

En la sala de servidores se suministrará e instalará un falso suelo técnico incluyendo fijación de pedestales, colocado y nivelación de las placas, rejillas de ventilación según la distribución de armarios *rack* de la sala. Las principales características mínimas del suelo técnico serán:

- Estará formado por placas de 60x60 cm.
- Acabado de placa antiestático.
- Reacción ante el fuego clasificado en M1 según NFP 92-507.
- Rampa para acceso a la sala (si hubiera desnivel a la entrada).
- Se suministrarán un número suficiente de rejillas para la correcta ventilación de la sala.
- Tendrá una carga mínima de 2000 kg/m² en carga repartida y 400 kg en carga puntual.

En la sala de instalaciones se deja ofrece la posibilidad de utilizar suelo técnico o bien un sistema de bancadas para sujeción del equipamiento.

9.3.3 Guiado de cableado

Se suministrará e instalará un sistema para el paso ordenado de cableado entre armarios de sistemas, almacenamiento y comunicaciones. Dicho sistema soportará cableado UTP y FibreChannel³⁵ del CPD. Al menos los armarios previstos en el momento de puesta en producción del CPD (2 de comunicaciones más 8 de servidores/sistemas) deben de contar con el cableado estructurado perfectamente dispuesto para su puesta en producción.

³⁵ FibreChannel es una tecnología de redes de alta velocidad empleada principalmente en soluciones de almacenamiento [\[Wik12f\]](#).

Todos los *racks* del CPD tendrán como mínimo un panel de 24 UTP cobre y otro de 12 F.O.. El cableado desde el armario de *Core* hasta los paneles UTP de los *racks* debe ser de categoría 6A.

9.3.4 Electricidad

La toma de alimentación eléctrica del CPD se realizará desde una derivación del embarrado de grupo electrógeno del cuadro de distribución general del edificio (situado a unos 8 metros del CPD). Dicha derivación alimentará a un cuadro de distribución general del CPD en el interior del mismo con capacidad para alimentar al menos las siguientes salidas:

- Unidades de tratamiento de aire (condensadoras y evaporadoras).
- Circuitos de alumbrado del CPD.
- Embarrado para entrada y salida de SAIs. Desde la salida del mismo, se alimentarán las siguientes salidas:
 - Alimentación de equipos TI.
 - Sistemas anti-incendios.
 - Sistemas de control.
 - Auxiliar 1.
 - Auxiliar 2.

El cuadro deberá diseñarse con al menos un 20% de espacio de reserva para futuras ampliaciones.

Los elementos de protección de la instalación eléctrica contarán con las siguientes características mínimas:

- Cuadro eléctrico trifásico para sistema 400V III+N, tipo TT.
- Protección general del CPD con el calibre adecuado.
- Cada salida se encontrará protegida por los correspondientes magnetotérmicos diferenciales adecuados a los equipos a instalar.
- Las protecciones diferenciales de los equipos informáticos deberán ser tipo superinmunizadas.

La instalación eléctrica cumplirá con la siguiente normativa:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- EN 61008-1 (Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobreintensidades, para usos domésticos y análogos (ID). Parte 1: Reglas generales).

- EN 61009-1 (Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado, para usos domésticos y análogos (AD). Parte 1: Reglas generales).
- EN 60730-2-7 (Dispositivos de control eléctrico automático para uso doméstico y análogo. Parte 2: Requisitos particulares para temporizadores e interruptores temporizados).

Desde el cuadro eléctrico se realizará la acometida eléctrica hasta los armarios *rack* de servidores, almacenamiento y comunicaciones.

Se instalará un mallado de tierras equipotencial mediante cobre desnudo de 25 mm² con cable en forma de retícula de 2m x 2m siguiendo la norma EN 50310 (Aplicación de la conexión equipotencial y de la puesta a tierra en edificios con equipos de tecnología de la información).

Sistema de alimentación ininterrumpida

Se suministrará e instalará un sistema de alimentación ininterrumpida 100% redundante que proporcione al menos una autonomía de 10 minutos a plena carga. Tendrán disponibilidad de gestión SNMP, así como el software específico que fuera preciso, a través de la red de cableado para su supervisión y mantenimiento.

Cada uno de los SAI incorporará un filtro que reduzca las perturbaciones armónicas a una tasa <5% ofreciendo, aguas arriba, una tasa de distorsión <3% con un 100% de cargas no lineales. No provocará perturbaciones en la red eléctrica aguas arriba. El equipo mantendrá un elevado grado de fiabilidad de las baterías mediante un sistema que realice mediciones reales del estado de las baterías teniendo en cuenta la edad y la temperatura, protegiendo las mismas contra descargas profundas, regulando la tensión de la batería dependiendo del factor de temperatura, limitando la corriente en la batería y realizando tests automáticos de las baterías.

9.3.5 Alumbrado

9.3.5.1 Alumbrado general

Se requiere la instalación de 2 circuitos de alumbrado correspondientes a las filas de los equipos, con interruptor en el interior de la sala. La distribución de las luminarias a instalar se realizará sobre la base de la localización de los equipos a instalar en la sala.

La distribución de las líneas de alumbrado partirá desde la acometida existente que se emplazará al cuadro eléctrico en la sala.

Adicionalmente será necesario un circuito de iluminación para la sala de instalaciones.

9.3.5.2 Alumbrado de emergencia

Se facilitará a la sala un alumbrado de emergencia de 5 lúmenes/m² y autonomía de 60 minutos y baterías recargables libres de mantenimiento con tiempo de recarga de 4 horas.

Habrà una indicaci3n encima de las puertas en el interior de la sala de “Salida de Emergencia”, su disposici3n serà tal que entre las filas de equipos sea fàcilmente distinguible el alumbrado facilitando con ello la evacuaci3n de la sala en caso de riesgo.

9.3.6 Aire acondicionado

Se suministrarà e instalarà un sistema de acondicionamiento de aire tal que la temperatura en el CPD estè comprendida entre 18°C y 24°C (nominal 21°C) con una variaci3n de temperatura no superior a 3°C/hora.

El nùmero de unidades de tratamiento de aire suministradas deberà seguir una configuraci3n redundante de manera que el CPD nunca se encuentre sin unidades suficientes para su climatizaci3n.

Las màquinas seràn de precisi3n con control microprocesado y con capacidad de regulaci3n en temperatura y humedad. La humedad relativa estarà comprendida entre 40% y 60% con un nominal del 50% con una variaci3n màmima de un 6%/hora. El sistema deberà tener capacidad para realizar el control de humedad relativa que serà programado para mantener la humedad relativa del aire en el interior de la sala a un 50%.

El sistema de aire acondicionado deberà disponer de sondas de humedad bajo el falso suelo con separaci3n segùn sensibilidad de las sondas. Especialmente deben instalarse sondas de inundaci3n bajo las conexiones de las tuberías de agua que alimenten los sistemas de control de humedad de los equipos y cuya seànalizaci3n en caso de alarma debe visualizarse en el *display* del microprocesador del equipo.

El sistema de aire acondicionado irà conectado al sistema de detecci3n de humos en fase incipiente para que en caso de detecci3n apague la/s màmquina/s de forma automàtica, determinando en què nivel se debe realizar el disparo, fijado este en el nivel de alerta.

9.3.7 Sistemas de Detecci3n / Extinci3n de incendios

Se deberà instalar un sistema de detecci3n precoz de humos por aspiraci3n que llevarà a su vez asociada un sistema de extinci3n, cumpliendo de esta forma con los requerimientos a nivel de detecci3n y extinci3n de incendios.

El primero de los sistemas, denominado Sistema de detecci3n de humos en fase incipiente, deberà utilizar un equipo de aspiraci3n de aire que le permita operar a niveles de sensibilidad desde 0,03%/m a 10%/m.

El sistema contarà con varios umbrales de riesgo (atenci3n, alerta, incendio) de manera que en los umbrales màs bajos los propios usuarios puedan anular la fuente de la incidencia mientras que en la màs alta se dispare el sistema de extinci3n de incendios.

Todos los paràmetros de sensibilidad deberàn ser ajustables por el usuario segùn los requerimientos establecidos por los Comités de Seguridad de la ESL.

La instalación del sistema de extinción se realizará abarcando el falso suelo (en el caso de que discurra cableado por dicha zona) y ambiente.

Debe ser un sistema aceptado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente como inocuo para el medio ambiente y adecuado para el uso en lugares donde haya personas.

9.3.8 Control de accesos

Se instalará un Sistema de Control de Accesos. Dentro de las funciones del sistema de control de accesos se deben incluir:

- Impedir la entrada de personas no autorizadas a las salas del CPD.
- Debe ser una solución antisabotaje y antivandálica.
- Generación de una alarma fiable, ante cualquier intento de entrada, intrusión, intentos de penetrar en forma encubierta dentro de las instalaciones.
- Asegurar la identificación del personal que acceda a las instalaciones.
- Asegurar un cuadro de situación en tiempo real en cuanto a los eventos que se produzcan en los recintos.
- Control central de todas las entradas/salidas de los sistemas de seguridad y comunicaciones, ya sea durante operación normal o como durante situaciones de emergencia.

El sistema de Centralización se configurará en base a un equipo con posibilidad de conexión en red local.

El modo de identificación para el control de acceso será mediante lectores y tarjetas de proximidad y/o lectores de huellas dactilares, aceptándose sistemas de identificación de igual fiabilidad o superior.

El sistema de seguridad contará, además, con cámaras de vigilancia accesibles mediante TCP/IP que contará con las medidas de seguridad necesarias para el filtrado de los equipos cliente que pueden acceder a ellas.

9.3.9 Monitorización

Al objeto de proporcionar una solución integrada y fácilmente gestionable de los elementos de la arquitectura del CPD, todos los elementos a gestionar deberán ser dotados de tarjeta de red Ethernet, siendo gestionables mediante el protocolo SNMP o estándar industrial (ModBus, Profibus, etc.). Se proporcionará toda la información necesaria para poder monitorizar los elementos principales del CPD (SAIs, aire acondicionado, grupo electrógeno, sistemas de protección contra incendios, etc.).

El sistema de monitorización deberá proveer la prestación de envío de alarmas vía e-mail y SMS, y proveer la capacidad de presentación gráfica de las instalaciones, capacidad de

representación de históricos y capacidad de generación de cronológico de alarmas. Como mínimo deben de estar monitorizados los siguientes sistemas: temperatura y humedad en las diversas zonas del CPD, temperatura y humedad en la sala de instalaciones, detección de agua en el suelo, principales protecciones de los cuadros eléctricos, alarmas de SAI y alarmas de equipos de climatización.

El sistema de control y monitorización deberá disponer de su propio cuadro de control en el que se alojará y al que se conectarán todas las señales tanto analógicas como digitales del sistema, así como todos los elementos auxiliares de protección y alimentación de dicho sistema.

9.3.10 Armarios *racks*

Se suministrarán los armarios *racks* necesarios para completar la disposición prevista en plano. Serán armarios de 42U con 1m de profundidad y dotados de los paneles de datos necesarios para su puesta en producción.

9.3.11 Electrónica de red

Se suministrarán dos equipos *Core* para su instalación en el CPD con el objetivo de lograr un diseño de dos capas (*Core*/Agregación, Acceso). La elección de los equipos se realizará de acuerdo a criterios de redundancia, disponibilidad y escalabilidad, valorando la posibilidad de futuras ampliaciones en el CPD. Las características generales de estos equipos son:

- Alta capacidad de conmutación de paquetes.
- Gestión de redes LAN virtuales.
- Capacidad de difusión de VLAN hasta el puerto conmutado de usuario.
- Compatibilidad con el resto de electrónica de red de ESL.
- Posibilidad de virtualización de chasis.
- Posibilidad de ampliación a interfaces de 40 Gbps.
- Fuentes de alimentación eléctrica redundantes.

La capa de acceso, siguiendo una topología ToR, está formada por switches Cisco modelo Catalyst 2960S, que ya se encuentran en posesión de ESL.

Cada equipo de acceso tendrá un doble enlace de conexión a los equipo de *Core* a velocidad de 10Gbps.

9.4 Mejoras al proyecto

Dentro de las mejoras opcionales al proyecto se incluyen todas aquellas relacionadas con aumento de las prestaciones de cualquiera de los elementos incluidos en los diferentes apartados del pliego (cualitativas o cuantitativas).

Se valorarán especialmente mejoras destinadas a obtener mejores rendimientos energéticos y aquellas soluciones que sean respetuosas con el medio ambiente.

9.5 Documentación técnica del proyecto

9.5.1 Documentación durante la ejecución

El adjudicatario será responsable de la entrega de la documentación de seguimiento de la instalación que incluirá una entrega quincenal del cuadro de comando indicando:

- Fecha de petición y entrega del material.
- Estado de la entrega de material final de la instalación en porcentaje.
- Fecha de inicio de la ejecución y fecha de fin prevista para cada uno de los sistemas contemplados en el pliego.
- Porcentaje de avance de la ejecución.
- Listado de incidencias y priorización de acciones a realizar para mejorar el correcto funcionamiento de la ejecución del proyecto.

9.5.2 Documento final de la instalación

El adjudicatario será responsable de la entrega de la documentación final de la instalación como requisito indispensable para su aceptación. La documentación incluirá como mínimo:

- Memoria técnica de la instalación, en formato Word, con la descripción de cada uno de los subsistemas contemplados en el pliego y las medidas de contingencia contempladas.
- Esquemas generales del sistema en formato CAD, diferenciados por cada uno de los subsistemas contemplados.
- Planos detallados de la instalación, de tipo constructivo en formato CAD, diferenciados por cada uno de los subsistemas contemplados.
- Inventario del equipamiento instalado y especificaciones técnicas para cada uno de los elementos del sistema contemplados en el pliego.
- Documento detalle de las configuraciones y parametrizaciones realizadas para cada uno de los sistemas.
- Documentación de plan de garantía asociado.
- Legalización de las instalaciones realizadas con el visado del correspondiente Colegio profesional.

9.6 Metodología

Se establecen las siguientes consideraciones de base:

- La implantación y garantía se llevará a cabo en base al modelo de servicio que se establezca, basado en estándares de uso común como son ANS (Acuerdos de Nivel de Servicios) y AROS (Acuerdos de Requerimientos Operativos), que permitirá una gestión eficaz del contrato que derive de este Proyecto y de los contratos de mantenimiento y garantía de proveedores, en su caso.

9.6.1 Metodología de Gestión del Proyecto

La gestión, coordinación y seguimiento del proyecto se llevará a cabo conforme a la metodología de ESL. Esta metodología establece un marco de referencia que integra formas, procedimientos y responsabilidades con el propósito de estandarizar los métodos para la Gestión de Proyectos Corporativos.

Los objetivos que se persiguen con su implantación son los siguientes:

- La creación de una terminología y una documentación común en el área de Gestión de Proyectos de ESL que permita a los niveles directivos conocer periódicamente el estado actual del Proyecto.
- El establecimiento de unos procedimientos estándar que permitan a ESL realizar una gestión homogénea de todos los proyectos.

Los principales beneficios derivados del uso de esta metodología son:

- Mejorar la coordinación, la sinergia y la visión compartida global.
- Identificar los riesgos asociados a proyectos, definiendo posibles líneas de actuación que permitan minimizar su impacto.
- Realizar una gestión eficiente de las dependencias entre proyectos, facilitando la implantación exitosa de los mismos.
- Asegurar que los proyectos se están realizando según lo planificado para obtener un resultado adecuado que responda a las expectativas iniciales.

La utilización de la metodología de Gestión de Proyectos de ESL contempla aspectos organizativos y operativos que se describen a continuación.

9.6.1.1 Organización

La supervisión del proyecto requiere del establecimiento de unos órganos colegiados para el seguimiento y coordinación de todos los elementos que intervienen en el desarrollo, de modo que se garantice la consecución de los siguientes objetivos:

- Coordinación de todos los elementos involucrados en el desarrollo del proyecto.
- Cumplimiento, dentro de los plazos que se estimen, de los hitos establecidos en el Plan de Trabajo.
- Toma de decisiones y adopción de las medidas oportunas para la resolución de problemas que se puedan ir presentando durante el desarrollo del proyecto de manera que se minimice el impacto global que pudieran tener sobre el mismo.

Por parte de ESL, el Director del Proyecto será el Subdirector de Sistemas de Información y Evaluación, y por parte de la empresa adjudicataria se nombrará un Jefe de Proyecto.

Las funciones del Director de Proyecto son las siguientes:

- Velar por el cumplimiento de los objetivos del Proyecto.
- Coordinar con las unidades implicadas la efectiva prestación de los servicios.
- Supervisar la realización y ejecución de los servicios prestados y el logro de los objetivos marcados.
- Decidir sobre la aceptación de las modificaciones de las Órdenes de Trabajo propuestas por los Jefes de proyecto a lo largo del desarrollo de los mismos.
- Decidir, en lo que corresponda, sobre las propuestas realizadas por los jefes de Proyecto.
- Sugerir o exigir la sustitución de alguna o algunas de las personas miembros del equipo de trabajo si a su juicio su participación dificulta o pone en peligro la calidad o efectiva prestación de los servicios.
- Actuar como legalmente proceda en los casos de incumplimiento, negligencia o propuesta de modificación de contrato.

Las funciones del Jefe de Proyecto son las siguientes:

- Dirigir y coordinar su equipo de trabajo.
- Organizar la ejecución de la efectiva prestación de los servicios.
- Ostentar la representación de la Empresa y del equipo técnico en sus relaciones con ESL en lo referente a la ejecución de los trabajos.
- Proponer al Director del Proyecto las modificaciones que estime necesarias surgidas del desarrollo de los trabajos.
- Asegurar el nivel de calidad de la prestación de los servicios.
- Suministrar al Director del Proyecto la información estadística y de detalle que permita el seguimiento de la prestación de servicios.

- Presentar al Director del Proyecto las certificaciones parciales y el resultado de los trabajos.

9.7 Normalización

Siempre que se exija conformidad con una norma o especificación técnica entre los requisitos mínimos del objeto del contrato, se acompañará el certificado de conformidad para el producto ofrecido o, en su caso, los resultados de comprobaciones realizadas por laboratorios independientes, mediante programas de verificación, o cualquier otro medio de prueba de conformidad. Cuando los productos ofrecidos estén comprendidos en ámbitos cubiertos por especificaciones de intercambio de información y de datos, así como de interoperabilidad de sistemas, emitidas por organizaciones productoras de normas o recomendaciones, debe hacerse referencia a la correspondencia entre las modalidades ofrecidas y la norma, y en su caso, opción correspondiente.

Si no se da esta correspondencia, deberá razonarse el motivo y, cuando el producto ofrecido esté en proceso de adaptación a norma, se indicará el plazo previsto para alcanzar la conformidad. En cualquier caso en que pueda definirse un producto o alguna de sus características por referencia a una norma, se hará constar expresamente, no sólo para facilitar su descripción, sino por la valoración positiva que pueden obtener los equipos físicos y lógicos conformes con normas europeas y normas previas europeas, o normas internacionales aceptadas en España. A estos efectos, se considerarán normas europeas las producidas por CEN (Comité Europeo de Normalización), CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica), CEPT (Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones), o ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones), y normas internacionales las publicadas por ISO (Organización Internacional de Normalización), IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), UIT-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones sección Telemática, antiguo CCITT).

9.8 Ofertas

9.8.1 Aclaraciones

ESL podrá requerir por escrito o de forma presencial, al Jefe de Proyecto indicado en la oferta, cuantas aclaraciones y precisiones se estimen convenientes sobre lo contestado en el cuestionario de valoración de la oferta.

9.8.2 Exposición de las ofertas técnicas

La exposición de la oferta técnica deberá describir en detalle, especificando equipamiento a suministrar, modelos y garantía de los siguientes sistemas:

- Instalación eléctrica.
- Alumbrado.

- Sistema de Alimentación Ininterrumpida.
- Sistema de climatización.
- Sistema de protección contra incendios.
- Sistema de monitorización y supervisión de instalaciones.
- Sistema de control de accesos.
- Sistema de armarios y cableado del CPD.
- Electrónica de red.

Capítulo 10 Análisis de la situación actual

10.1 Introducción

En este breve capítulo se presenta la situación actual en que se encuentran las instalaciones de la empresa ESL, con el fin de analizar en profundidad cuál será la solución que mejor se adapte.

El capítulo consta de los siguientes apartados:

- Instalación actual: planos actuales (facilitados por el cliente) e infraestructuras que posee ESL instaladas en este momento.
- Inventario de equipos: un resumen del equipamiento electrónico que posee³⁶, a partir del cual se calcularán los consumos eléctricos para poder dimensionar adecuadamente la solución.

10.2 Instalación actual

ESL cuenta actualmente con sistemas informáticos y de comunicaciones distribuidos en varias salas del edificio principal (1) del complejo que posee en Madrid. A continuación se describe más en detalle el estado de las diferentes salas.

Formación 1

En esta sala, situada en la planta baja del edificio, se ubican la mayor parte de los sistemas/servicios que se ofrecen en la actualidad desde ESL. Ésta aloja 4 racks con sistemas informáticos y de comunicaciones corporativos en producción de ESL. No posee instalaciones adecuadas de climatización y el SAI que posee no está redundado. El sistema anti incendios es el del edificio.

Despacho A

En el Despacho A, también en la planta baja, se aloja un rack con sistemas informáticos en producción y respaldo corporativo de ESL. La sala cuenta con la climatización general del edificio y un sistema SAI no redundado. Al igual que la sala de Formación 1, posee el PCI³⁷ del edificio.

Reuniones 1

³⁶ Se incluyen para estos cálculos los dos chasis propuestos en el capítulo siguiente, según lo establecido en el pliego de prescripciones técnicas.

³⁷ PCI son las siglas del sistema de Protección Contra Incendios.

En la sala de Reuniones 1, en la planta baja, se alojan varios racks con sistemas informáticos de usuarios externos a ESL. El sistema de climatización y PCI son los del edificio. Dispone de un sistema SAI redundado.

En la Ilustración 42 se muestra la planta baja del edificio, en la que se encuentran dichas salas y donde se ubicará el CPD.

10.3 Inventario de equipos

A continuación se desglosa el inventario de equipos de cada uno de los racks que posee ESL. Dicho desglose permite conocer las potencias que consume cada uno de ellos y así dimensionar adecuadamente las diferentes infraestructuras del CPD.

ESL posee 10 racks, de los cuales 2 son de comunicaciones y el resto de servidores y almacenamiento. Estos racks, numerados del 1 al 10, tienen los siguientes consumos por rack:

- RACK 1 (comunicaciones): 4660W. Se encuentra al 86% de su capacidad.
- RACK 2 (comunicaciones): 5270W. Se encuentra al 88% de su capacidad.
- RACK 3 (servidores y almacenamiento): 8080W. Se encuentra al 74% de su capacidad.
- RACK 4 (servidores y almacenamiento): 7550W. Se encuentra al 81% de su capacidad.
- RACK 5 (servidores y almacenamiento): 3408W. Se encuentra al 59% de su capacidad.
- RACK 6 (servidores y almacenamiento): 8590W. Se encuentra al 79% de su capacidad.
- RACK 7 (servidores y almacenamiento): 5031W. Se encuentra al 69% de su capacidad.
- RACK 8 (servidores y almacenamiento): 5836,5W. Se encuentra al 74% de su capacidad.
- RACK 9 (servidores y almacenamiento): 5388W. Se encuentra al 62% de su capacidad.
- RACK 10 (servidores y almacenamiento): 5483W. Se encuentra al 57% de su capacidad.

Esto suma un total de 59296,5W (59,3kW). El desglose resumen de equipamiento que contienen es el siguiente:

Comunicaciones

A continuación se desglosa el equipamiento por tipo y en las Ilustraciones 44 y 45 se muestran los *racks* con el equipamiento que posee el cliente.

- 2 x Switch *CORE*.
- 9 x Switch ACCESO.
- 6 x Switch.
- 2 x Switch SAN.
- 2 x Firewall.
- 4 x Router.

Servidores Rack

- 9 x Servidor 1U.
- 29 x Servidor 2U.
- 9 x Servidor 4U.
- 6 x Servidor 5U.

Servidores Blade

- 1 x Servidor Blade 9U.
- 3 x Servidor Blade 10U.

Librerías de cintas

- 2 x Librería cintas 5U.
- 3 x Librería cintas 4U.

Almacenamiento

- 11 x Almacenamiento 2U.
- 2 x Almacenamiento 3U.

Otros

- 1 x Pantalla retráctil.

RACK - 1	RACK - 2	RACK - 3	RACK - 4	RACK - 5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table><tr><td>42</td><td>Panel</td></tr><tr><td>41</td><td>Panel</td></tr><tr><td>40</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>39</td><td>Panel</td></tr><tr><td>38</td><td>Panel</td></tr><tr><td>37</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>36</td><td>Panel</td></tr><tr><td>35</td><td>Panel</td></tr><tr><td>34</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>33</td><td>Panel</td></tr><tr><td>32</td><td>Panel</td></tr><tr><td>31</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>30</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>29</td><td>370 Switch</td></tr><tr><td>28</td><td>370 Switch</td></tr><tr><td>27</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>26</td><td>370 Switch</td></tr><tr><td>25</td><td></td></tr><tr><td>24</td><td>180 Router</td></tr><tr><td>23</td><td>180 Router</td></tr><tr><td>22</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>21</td><td>190 Firewall</td></tr><tr><td>20</td><td></td></tr><tr><td>19</td><td></td></tr><tr><td>18</td><td></td></tr><tr><td>17</td><td></td></tr><tr><td>16</td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td></tr><tr><td>14</td><td></td></tr><tr><td>13</td><td></td></tr><tr><td>12</td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td></tr><tr><td>8</td><td>3000 Switch CORE</td></tr><tr><td>7</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td></tr></table>	42	Panel	41	Panel	40	Pasahilos	39	Panel	38	Panel	37	Pasahilos	36	Panel	35	Panel	34	Pasahilos	33	Panel	32	Panel	31	Pasahilos	30	Pasahilos	29	370 Switch	28	370 Switch	27	Pasahilos	26	370 Switch	25		24	180 Router	23	180 Router	22	Pasahilos	21	190 Firewall	20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8	3000 Switch CORE	7		6		5		4		3		2		1		<table><tr><td>42</td><td>Panel</td></tr><tr><td>41</td><td>Panel</td></tr><tr><td>40</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>39</td><td>Panel</td></tr><tr><td>38</td><td>Panel</td></tr><tr><td>37</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>36</td><td>Panel</td></tr><tr><td>35</td><td>Panel</td></tr><tr><td>34</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>33</td><td>Panel</td></tr><tr><td>32</td><td>Panel</td></tr><tr><td>31</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>30</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>29</td><td>370 Switch</td></tr><tr><td>28</td><td>370 Switch</td></tr><tr><td>27</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>26</td><td>370 Switch</td></tr><tr><td>25</td><td></td></tr><tr><td>24</td><td>180 Router</td></tr><tr><td>23</td><td>180 Router</td></tr><tr><td>22</td><td>Pasahilos</td></tr><tr><td>21</td><td>800 Firewall</td></tr><tr><td>20</td><td></td></tr><tr><td>19</td><td></td></tr><tr><td>18</td><td></td></tr><tr><td>17</td><td></td></tr><tr><td>16</td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td></tr><tr><td>14</td><td></td></tr><tr><td>13</td><td></td></tr><tr><td>12</td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td></tr><tr><td>8</td><td>3000 Switch CORE</td></tr><tr><td>7</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td></tr></table>	42	Panel	41	Panel	40	Pasahilos	39	Panel	38	Panel	37	Pasahilos	36	Panel	35	Panel	34	Pasahilos	33	Panel	32	Panel	31	Pasahilos	30	Pasahilos	29	370 Switch	28	370 Switch	27	Pasahilos	26	370 Switch	25		24	180 Router	23	180 Router	22	Pasahilos	21	800 Firewall	20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8	3000 Switch CORE	7		6		5		4		3		2		1		<table><tr><td>42</td><td colspan="2">400 Switch Acceso</td></tr><tr><td>41</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>40</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>39</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>38</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>37</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>36</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>35</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>34</td><td>1600</td><td>Servidor 4U</td></tr><tr><td>33</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>32</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>31</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>30</td><td>1600</td><td>Servidor 4U</td></tr><tr><td>29</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>28</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>27</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>26</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>25</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>24</td><td>870</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>23</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>22</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>21</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>20</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>19</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>18</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>17</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>16</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>15</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>14</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>13</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>12</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>11</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>10</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>9</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>8</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>7</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>6</td><td>2360</td><td>Servidor Blade 10U</td></tr><tr><td>5</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>4</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>3</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>2</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>1</td><td colspan="2"></td></tr></table>	42	400 Switch Acceso		41			40			39			38			37			36			35			34	1600	Servidor 4U	33			32			31			30	1600	Servidor 4U	29			28			27			26	250	Servidor 2U	25			24	870	Servidor 2U	23			22			21	250	Servidor 2U	20			19	250	Servidor 2U	18			17			16			15	250	Servidor 2U	14			13	250	Servidor 2U	12			11			10			9			8			7			6	2360	Servidor Blade 10U	5			4			3			2			1			<table><tr><td>42</td><td colspan="2">400 Switch Acceso</td></tr><tr><td>41</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>40</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>39</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>38</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>37</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>36</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>35</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>34</td><td>350</td><td>Librería de cintas 5U</td></tr><tr><td>33</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>32</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>31</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>30</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>29</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>28</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>27</td><td>1600</td><td>Servidor 4U</td></tr><tr><td>26</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>25</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>24</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>23</td><td>1600</td><td>Servidor 4U</td></tr><tr><td>22</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>21</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>20</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>19</td><td>1600</td><td>Servidor 4U</td></tr><tr><td>18</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>17</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>16</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>15</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>14</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>13</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>12</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>11</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>10</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>9</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>8</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>7</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>6</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>5</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>4</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>3</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>2</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>1</td><td colspan="2"></td></tr></table>	42	400 Switch Acceso		41			40			39			38			37			36			35			34	350	Librería de cintas 5U	33			32			31			30			29			28			27	1600	Servidor 4U	26			25			24			23	1600	Servidor 4U	22			21			20			19	1600	Servidor 4U	18			17			16	250	Servidor 2U	15			14	250	Servidor 2U	13	250	Servidor 2U	12	250	Servidor 2U	11			10	250	Servidor 2U	9			8	250	Servidor 2U	7			6	250	Servidor 2U	5			4	250	Servidor 2U	3			2	250	Servidor 2U	1			<table><tr><td>42</td><td colspan="2">400 Switch Acceso</td></tr><tr><td>41</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>40</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>39</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>38</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>37</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>36</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>35</td><td>850</td><td>Servidor 4U</td></tr><tr><td>34</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>33</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>32</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>31</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>30</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>29</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>28</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>27</td><td>850</td><td>Servidor 4U</td></tr><tr><td>26</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>25</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>24</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>23</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>22</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>21</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>20</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>19</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>18</td><td>58</td><td>Librería de cintas 4U</td></tr><tr><td>17</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>16</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>15</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>14</td><td>250</td><td>Librería de cintas 4U</td></tr><tr><td>13</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>12</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>11</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>10</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>9</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>8</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>7</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>6</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>5</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>4</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>3</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>2</td><td>250</td><td>Servidor 2U</td></tr><tr><td>1</td><td colspan="2"></td></tr></table>	42	400 Switch Acceso		41			40			39			38			37			36			35	850	Servidor 4U	34			33			32			31			30			29			28			27	850	Servidor 4U	26			25			24			23			22			21			20			19			18	58	Librería de cintas 4U	17			16			15			14	250	Librería de cintas 4U	13			12			11			10	250	Servidor 2U	9			8	250	Servidor 2U	7			6			5			4	250	Servidor 2U	3			2	250	Servidor 2U	1		
42	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
41	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
40	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
39	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
38	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
37	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
36	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
35	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
34	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
33	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
32	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
31	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
30	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
29	370 Switch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
28	370 Switch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
27	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
26	370 Switch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
24	180 Router																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
23	180 Router																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
22	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
21	190 Firewall																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
8	3000 Switch CORE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
42	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
41	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
40	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
39	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
38	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
37	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
36	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
35	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
34	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
33	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
32	Panel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
31	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
30	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
29	370 Switch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
28	370 Switch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
27	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
26	370 Switch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
24	180 Router																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
23	180 Router																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
22	Pasahilos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
21	800 Firewall																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
8	3000 Switch CORE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
42	400 Switch Acceso																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
34	1600	Servidor 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
30	1600	Servidor 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
26	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
24	870	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
21	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
19	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
15	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
13	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
6	2360	Servidor Blade 10U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
42	400 Switch Acceso																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
34	350	Librería de cintas 5U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
27	1600	Servidor 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
23	1600	Servidor 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
19	1600	Servidor 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
16	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
14	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
8	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
6	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
42	400 Switch Acceso																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
35	850	Servidor 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
27	850	Servidor 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
18	58	Librería de cintas 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
14	250	Librería de cintas 4U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
8	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2	250	Servidor 2U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4.660,00 W	5.270,00 W	8.080,00 W	7.550,00 W	3.408,00 W																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

Ilustración 44: Desglose Racks 1-5

RACK - 6		RACK - 7		RACK - 8		RACK - 9		RACK - 10	
42	400 Switch Acceso	42	400 Switch Acceso	42	400 Switch Acceso	42	400 Switch Acceso	42	400 Switch Acceso
41	400 Switch Acceso	41		41		41		41	
40		40		40		40		40	
39	250 Servidor 2U	39		39		39		39	
38		38		38		38		38	424 Servidor 1U
37	250 Servidor 2U	37	208 Librería de cintas 4U	37		37		37	424 Servidor 1U
36		36		36		36		36	385 Servidor 1U
35		35		35		35		35	
34	1570 Servidor 4U	34	585 Servidor 1U	34	2400 Servidor Blade 10U	34		34	
33		33		33		33		33	
32		32		32		32		32	725 Servidor 5U
31	1570 Servidor 4U	31	160 Librería de cintas 5U	31		31	361 Almacenamiento 2U	31	
30		30		30		30		30	
29		29		29		29		29	
28	750 Servidor 2U	28		28		28		28	
27		27		27	377 Almacenamiento 2U	27		27	725 Servidor 5U
26	250 Servidor 2U	26		26		26		26	
25		25		25		25	2980 Servidor Blade 9U	25	
24	250 Servidor 2U	24	424 Servidor 1U	24	377 Almacenamiento 2U	24		24	
23		23	424 Servidor 1U	23	377 Almacenamiento 2U	23		23	
22	250 Servidor 2U	22	385 Servidor 1U	22		22		22	
21		21		21		21		21	
20		20		20		20		20	
19	400 Servidor 1U	19		19		19	515 Almacenamiento 2U	19	
18		18	345 Servidor 1U	18		18		18	
17		17		17	34 Pantalla retráctil	17		17	
16	450 Almacenamiento 2U	16		16		16		16	
15		15	725 Servidor 5U	15		15	91 Switch SAN 1U	15	
14		14		14		14	91 Switch SAN 1U	14	
13	450 Almacenamiento 2U	13		13	673 Almacenamiento 3U	13		13	
12		12		12		12		12	
11		11		11		11		11	
10	450 Almacenamiento 2U	10	725 Servidor 5U	10	448,5 Almacenamiento 3U	10		10	
9		9		9		9		9	
8		8		8		8	950 Servidor 4U	8	
7	450 Almacenamiento 2U	7		7		7		7	
6		6	400 Servidor 2U	6	250 Servidor 2U	6		6	
5		5		5		5		5	
4	450 Almacenamiento 2U	4		4	250 Servidor 2U	4		4	
3		3		3		3		3	
2		2		2	250 Servidor 2U	2		2	
1		1	250 Servidor 2U	1		1		1	
8590 W		5031 W		5836,5 W		5388 W		5483 W	

Ilustración 45: Desglose Racks 6-10

Bajo cada rack se muestra la suma de potencia que consumen los equipos en él instalados, siempre basándonos en los consumos máximos indicados en las hojas de especificaciones de los equipos.

Capítulo 11 Propuesta técnica

11.1 Introducción

En el presente capítulo se propone una solución para el suministro y la adecuación de equipamiento para el CPD de la empresa ficticia ESL, cumpliendo con los requisitos establecidos en el anterior capítulo.

Dicha solución incluirá los siguientes puntos:

- Normativa aplicable.
- Diseño de la solución.
- Documentación técnica del proyecto.
- Legalización de instalaciones.
- Verificación de campos eléctricos.
- Servicios de garantía y mantenimiento.

11.2 Normativa aplicable

La presente propuesta recoge las características de los materiales y los cálculos que justifican su empleo, teniendo en cuenta para ello el cumplimiento de las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 1027/2007, del 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
- Reglamento de Medidas de Seguridad, Protección de Datos (RD 994/1999).
- Compatibilidad electromagnética (RD 444/1994, RD 1950/1995).
- Reglamento de Aparatos a Presión.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
- Norma UNE-EN 378 sobre Sistemas de refrigeración y bombas de calor.
- Norma UNE-EN ISO 12502 sobre Aislamiento térmico para equipos de edificaciones e instalaciones industriales.

- Norma UNE 20324 sobre Grados de protección proporcionados por las envolventes.
- Normas UNE 100100, UNE 100155 y UNE 100156 sobre Climatización.
- Norma UNE 100001:2001 sobre Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- Norma UNE 100002:1988 sobre Climatización. Grados-día base 15°C.
- Norma UNE 100014-84 sobre Bases para el Proyecto de Climatización: Condiciones exteriores de cálculo.
- Recomendaciones recogidas por la TIA 942.
- Recomendaciones recogidas por la NFPA 75.
- UNE EN 10147-2.

Además, se deberá tener presente durante la actuación en todo momento:

- Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997, del 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, del 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, del 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, del 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- UNE EN 50310, Aplicación de las redes equipotenciales y de las puestas a tierra en los edificios con equipos de tecnologías de información.
- UNE EN 50173, Tecnología de la Información. Sistema de Cableado Genérico.
- UNE EN 50174-1, Tecnología de información. Instalación del cableado. Especificación y aseguramiento de calidad.
- UNE EN 50267-2, Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.

- UNE EN 50268-2, Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas.
- TIA/EIA - 492AAAC, Especificaciones Detalladas para Fibra Multimodo de Índice Gradual Optimizada para Láser en primera ventana (850-nm) con núcleo de 50 micras y recubrimiento de 125 micras.
- TIA/EIA-568-B.3-1 – Estándar para los componentes de cableado de fibra óptica – Apéndice L – Especificaciones de rendimiento de transmisión adicionales para cableado de fibra óptica 50/125µm, del 1 de Abril, 2002.

11.3 Diseño de la solución

ESL planea construir un nuevo CPD en la planta baja del edificio que posee en Madrid y que alberga sus oficinas. Actualmente la zona está ocupada por dos salas de formación y dos despachos, que se desalojarán para dar cabida al nuevo CPD.

En el interior del edificio 1, en la planta baja, se ubicará físicamente el CPD.

Se utilizará el espacio comprendido entre los edificios 2 y 3 y la valla perimetral del recinto para la instalación de las condensadoras/motoventiladores de los sistemas de clima y el sistema de alimentación eléctrica de emergencia.

En la siguiente imagen (Ilustración 46) se recoge el recinto de ESL.

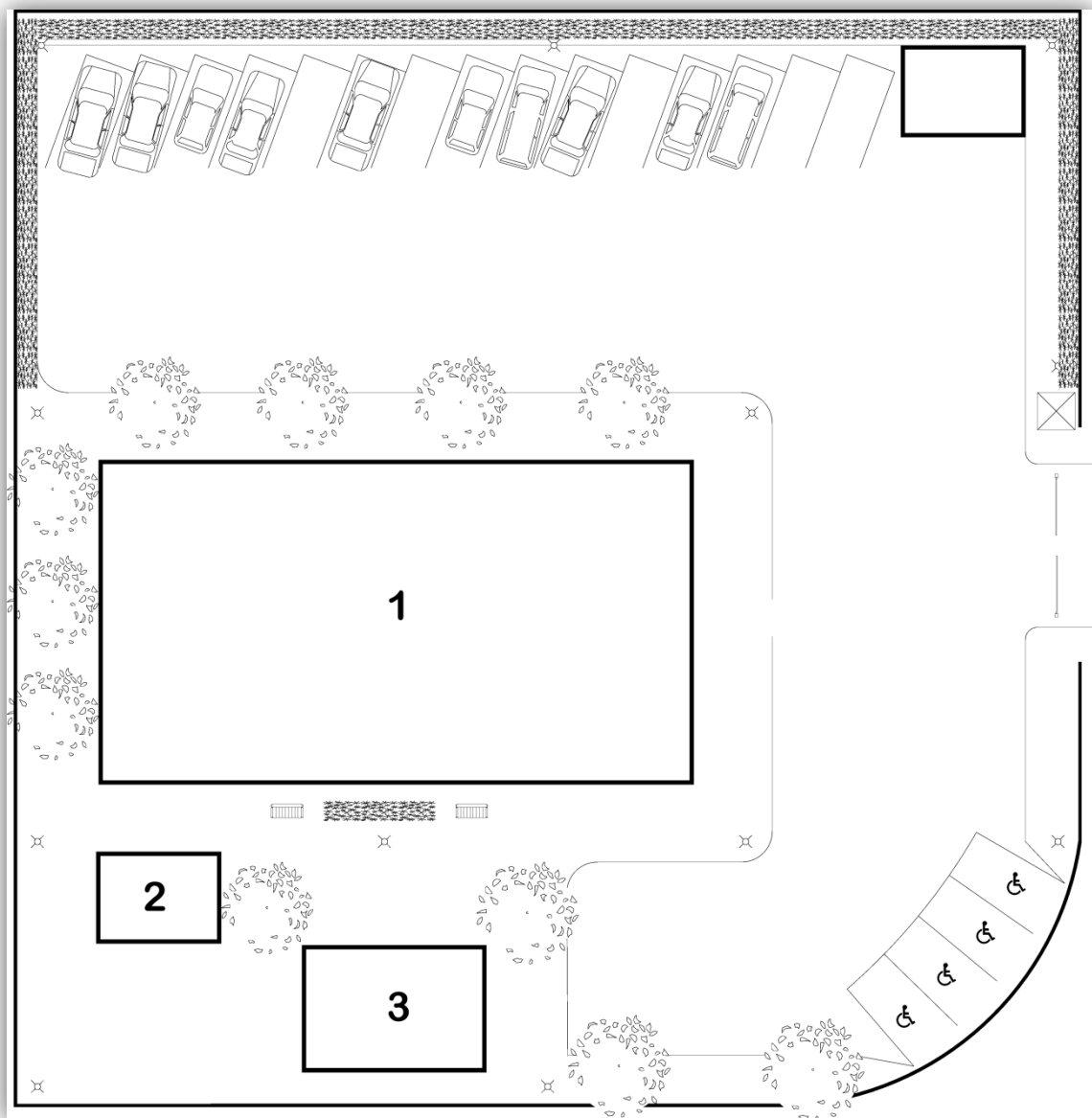


Ilustración 46: Recinto de ESL, Madrid

El CPD se compondrá de dos zonas, que contendrán:

- Los sistemas informáticos y de comunicaciones (Zona de sistemas).
- Las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento del CPD (Zona de Instalaciones).

A continuación se muestra un plano de la sala original:

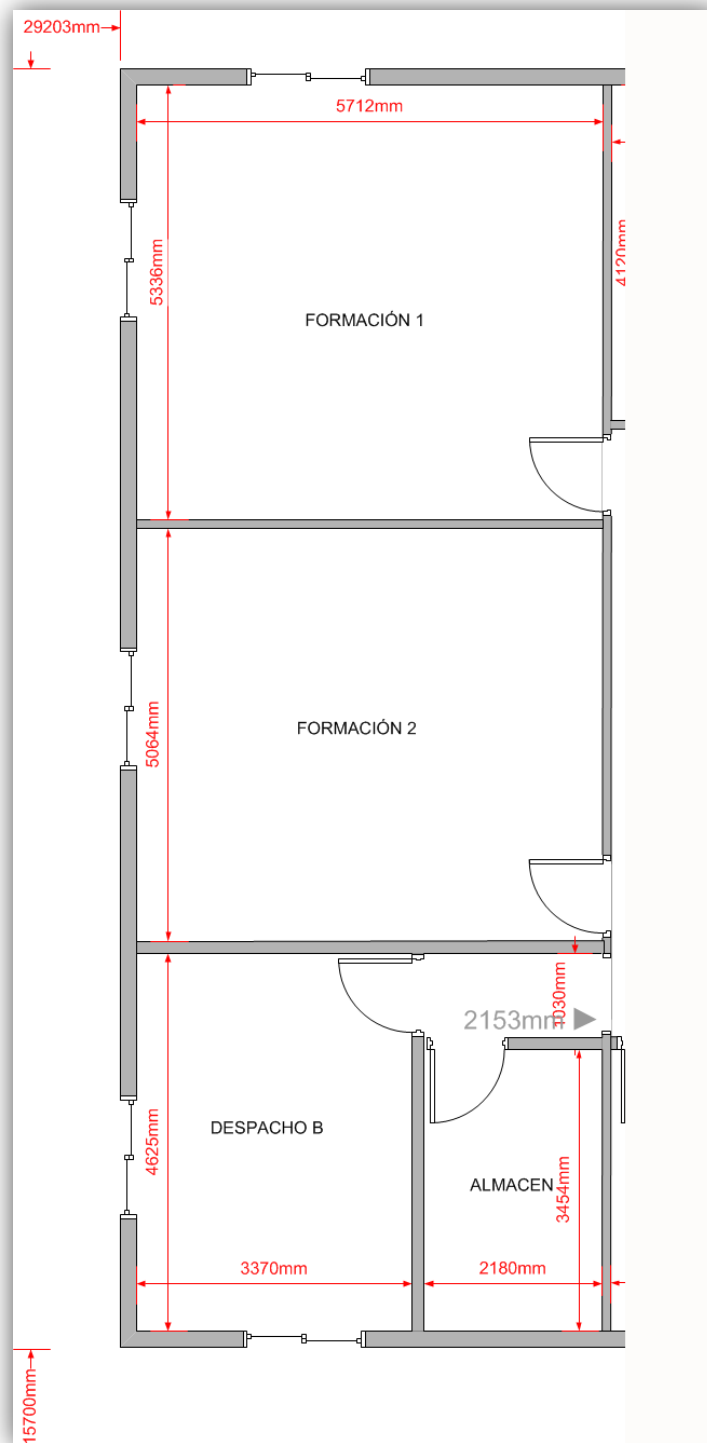


Ilustración 47: Distribución original de la zona

Una vez realizados los diferentes trabajos del CPD, el plano será el que sigue:

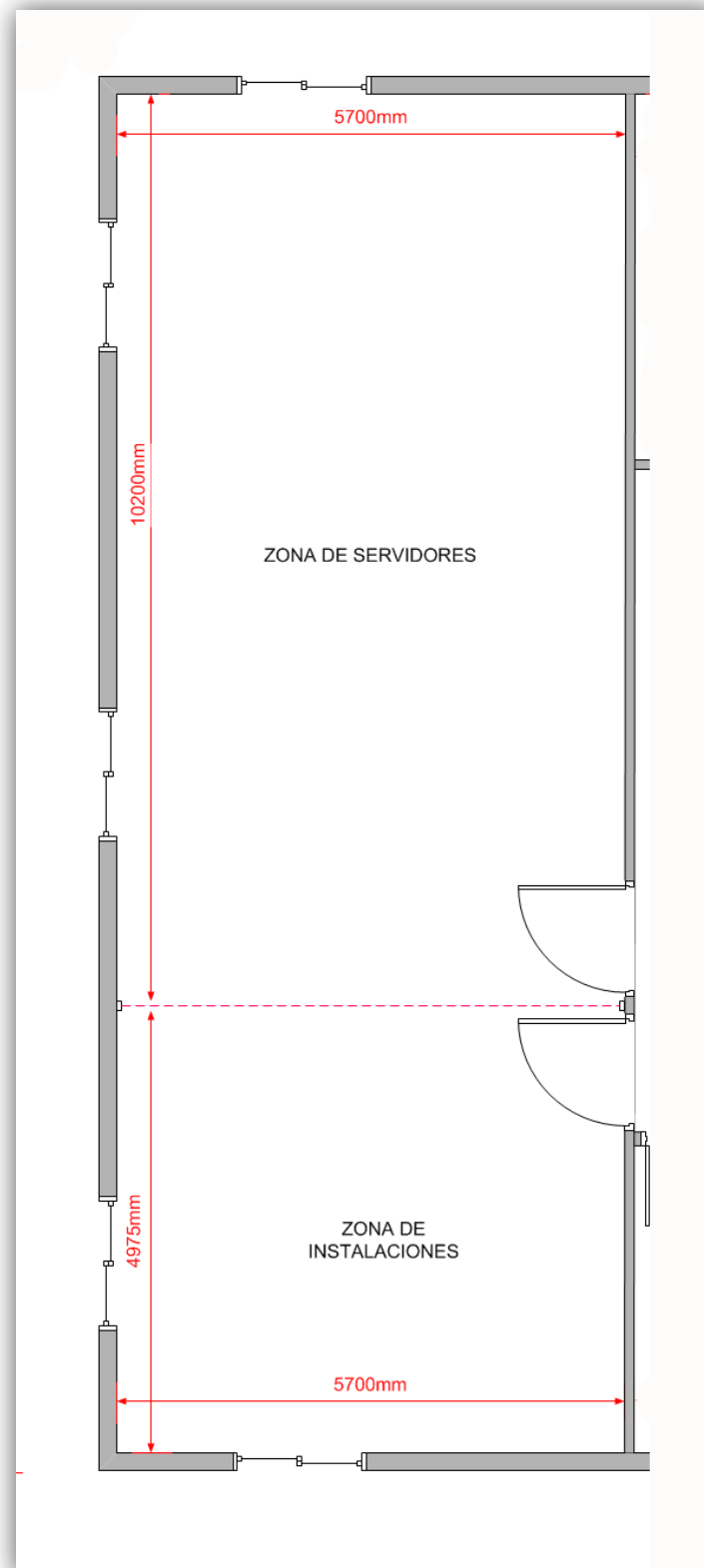


Ilustración 48: Distribución tras la construcción del CPD

Finalizada la construcción del CPD, ESL por sus propios medios realizará el traslado de los sistemas desde las salas que los albergan actualmente al nuevo CPD.

11.3.1 Actuaciones constructivas del CPD (Obra civil)

Las actuaciones constructivas representan el conjunto de trabajos a realizar en la obra civil para la adaptación de la sala y son las que permitirán un recinto resistente al fuego, unos elementos estructurales adecuados al uso del CPD y unos accesos adecuados al movimiento de maquinaria e instalaciones.

Como se indicó anteriormente, el CPD estará ubicado en la planta baja del edificio 1 de ESL. Se dividirá en dos zonas: la zona de sistemas, donde se ubicarán los sistemas informáticos y de comunicaciones, y la zona de infraestructuras, donde se instalarán las infraestructuras necesarias para el correcto funcionamiento de los mismos, tales como sistemas de alimentación ininterrumpida, cuadros eléctricos y sistemas de protección contra incendios. Esta zona de sistemas no tendrá divisiones en su interior, tan solo un cerramiento para confinar el aire caliente dentro del pasillo formado por las traseras de los armarios de comunicaciones y servidores. Ambas zonas estarán separadas físicamente por una reja, de modo que los operarios que necesiten trabajar con las infraestructuras no tendrán acceso a la zona de servidores, y viceversa. Además, esto permitirá que las soluciones de climatización y PCI sirvan para ambas zonas.

El segundo espacio a utilizar para la creación del nuevo CPD se encuentra en el exterior, y será el espacio disponible entre la valla que limita el recinto y la parte trasera de los edificios 2 y 3. Este espacio exterior se destinará a la instalación de las infraestructuras de climatización y de suministro de energía de emergencia (grupo electrógeno) necesarias para el correcto funcionamiento del CPD.

La sala posee una altura máxima desde el suelo base al forjado superior de 3.180 mm y hasta las vigas de descuelgue de 2.960 mm. Las salas de Formación 1 y 2 están separadas por un tabique móvil que se desmontará para que el espacio sea diáfano. Entre la sala de Formación 2 y el despacho B, y entre los despachos B y C, existe un tabique de pladur que deberá demolerse para albergar la zona de Infraestructuras.

La zona de sistemas tiene tres ventanas en dos de las paredes de la sala, y la sala de Infraestructuras tiene dos. El acceso a las zonas se realiza desde el vestíbulo central de la planta, a través de puertas de madera de 1.000 mm de ancho. Existe un techo técnico registrable a una altura sobre el suelo base de 2.960 mm, y el suelo está acabado con madera laminada.

En la actualidad, en el espacio previsto para el CPD, se observan servidumbres. Bajo el suelo base, discurren de forma perpendicular las instalaciones de saneamiento del edificio, compuestas por una tubería de PVC de 150 mm de diámetro con dos arquetas de registro en cada extremo del mismo.

Se describen a continuación las intervenciones en materia de obra civil a acometer para adecuar este espacio al nuevo uso como CPD:

- Demoliciones y desmontajes.
- Adecuación de ventanas.
- Suelo técnico.
- Canalizaciones.
- Conducciones de agua y desagüe.
- Calos pasamuros y sellado.
- Puertas.
- Instalaciones exteriores.
- Pinturas.
- Limpieza.

La oferta incluye el suministro e instalación de los elementos citados anteriormente.

11.3.1.1 Demoliciones y desmontajes

Para la correcta adecuación del espacio actual, serán necesarias las siguientes acciones de demolición y desmontaje:

- Demolición del tabique separador de los despachos B y C.
- Demolición del tabique separador de la sala de Formación 2 y el despacho B.
- Desmontaje y retirada a vertedero controlado del actual techo técnico registrable.
- Desmontaje y retirada a vertedero del suelo laminado.
- Desmontaje y retirada a vertedero de las actuales puertas de acceso de madera de las salas y despachos.
- Desmontaje y acopio para su posterior reutilización en dependencias de ESL del tabique móvil de separación actual entre las salas de Formación 1 y Formación 2.
- Clausura de las seis ventanas desde el interior. Para ello se asegurarán por medios mecánicos que impidan la apertura desde el exterior.

11.3.1.2 Adecuación de ventanas

Las ventanas existentes en el nuevo CPD requieren la realización de un tratamiento especial:

- Instalación de película protectora en los vidrios de las ventanas que impidan la visión del interior.
- Aislamiento térmico y acústico de los huecos de las seis ventanas.
- Cerramientos de los huecos de las ventanas mediante placas de cartón-yeso con estabilidad ante el fuego EI 90.

11.3.1.3 Suelo técnico

Instalación de un nuevo suelo técnico conductivo y con resistencia estructural máxima de 1.500 kg/m^2 . La estructura se fijará al suelo y tendrá una altura libre de 20 cm. Su misión es la de ocultar las instalaciones de climatización necesarias, no teniendo funcionalidad alguna para la distribución de los flujos de aire dentro de la sala. La estructura metálica se conectará a tierra en un mínimo de 10 puntos de la estructura.

11.3.1.4 Canalizaciones

Se ejecutará una canalización entre la parte comprendida entre los edificios 2 y 3 y el edificio 1, según la traza y dimensiones reseñadas en el plano Canalizaciones externas de la Ilustración 49. La canalización presentará una pendiente positiva de un 1% mínimo.

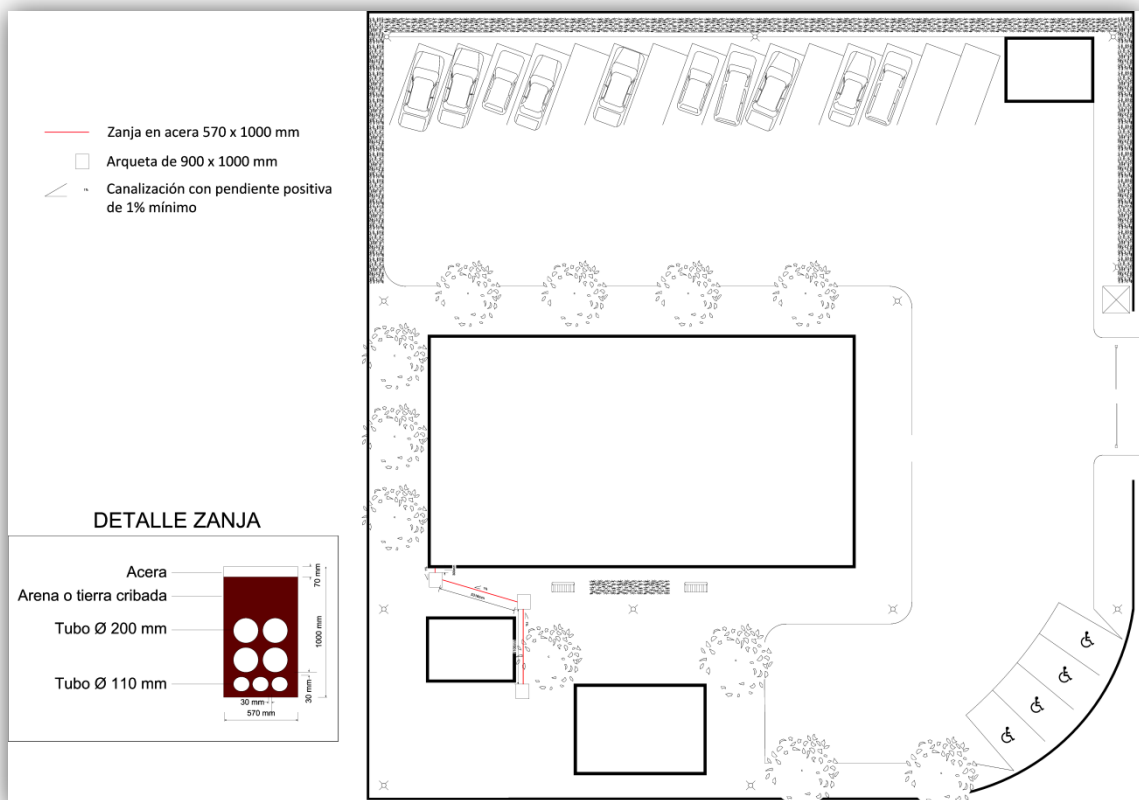


Ilustración 49: Canalizaciones externas

11.3.1.5 Conducciones de agua y desagüe

Como se reflejó al principio de este punto, existen conducciones de agua y desagüe dentro del espacio que albergará la sala CPD, las cuales deben ser canceladas. El sellado de las arquetas, instalación de desagües y de toma de agua se realizan en la obra de remodelación de la planta, excluida de la presente oferta.

11.3.1.6 Calos pasamuros y sellado de acceso al CPD

Las canalizaciones exteriores serán: líneas frigoríficas, acometidas eléctricas y de suministro normal desde el C.T. (Centro de Transformación) de abonado y servicio de respaldo desde el grupo electrógeno (que se situará en la parte comprendida entre los edificios 2 y 3).

Se ejecutará un pasamuros comunicando la arqueta exterior con el interior de la sala y se prolongarán los tubos en igual número y de las mismas dimensiones entre la arqueta y el interior de la sala.

Tratando el punto de los pasamuros, el detalle de la instalación sería el siguiente. De forma horizontal, desde la arqueta exterior al registro que se efectuará en la pared de la zona de infraestructuras, se instalarán tres capas de tubo (el tubo podrá ser de PVC rígido o corrugado de canalización):

- En la capa inferior se instalarán tres tubos de diámetro 110 mm. Dos de estos tubos estarán destinados a la acometida de baja tensión desde el centro de transformación a la acometida eléctrica del grupo; y un tercer tubo de reserva.
- En la capa intermedia, se instalarán dos tubos de diámetro 200 mm. Estos tubos estarán destinados a dos de los circuitos frigoríficos de los sistemas de clima del CPD.
- Y en la capa superior, se instalarán dos tubos de diámetro 200 mm. Estos tubos estarán destinados a los otros dos circuitos frigoríficos de los sistemas de clima del CPD.

Todos los tubos serán sellados una vez realizadas las instalaciones de clima y electricidad.

Por la parte interior de la zona de infraestructuras se realizará un registro de 600 x 600 mm (ancho x profundidad) desde la entrada de los tubos de la calle hasta el suelo de la sala. Este registro dispondrá de un elemento desmontable para acceder a la totalidad del espacio (puerta abatible o frontal atornillado desmontable).

11.3.1.7 Puertas

Instalación de puertas de una hoja con apertura hacia fuera y barra antipánico con estabilidad ante el fuego EI 90 en la zona de sistemas y en la zona de instalaciones:

- Nueva puerta RF90 de 1 hoja, de 1m de ancho y 2,09m alto.

11.3.1.8 Instalaciones en el exterior

En la parte comprendida entre los edificios 2 y 3 y la valla que separa el recinto de la calle, se realizarán bancadas de nivelación y reparto de cargas para la instalación del grupo electrógeno a instalar como sistema de alimentación de emergencia y los cuatro motoventiladores (condensadoras de climatización), según se reseña en el plano Clima exterior y grupo electrógeno de la Ilustración 50.

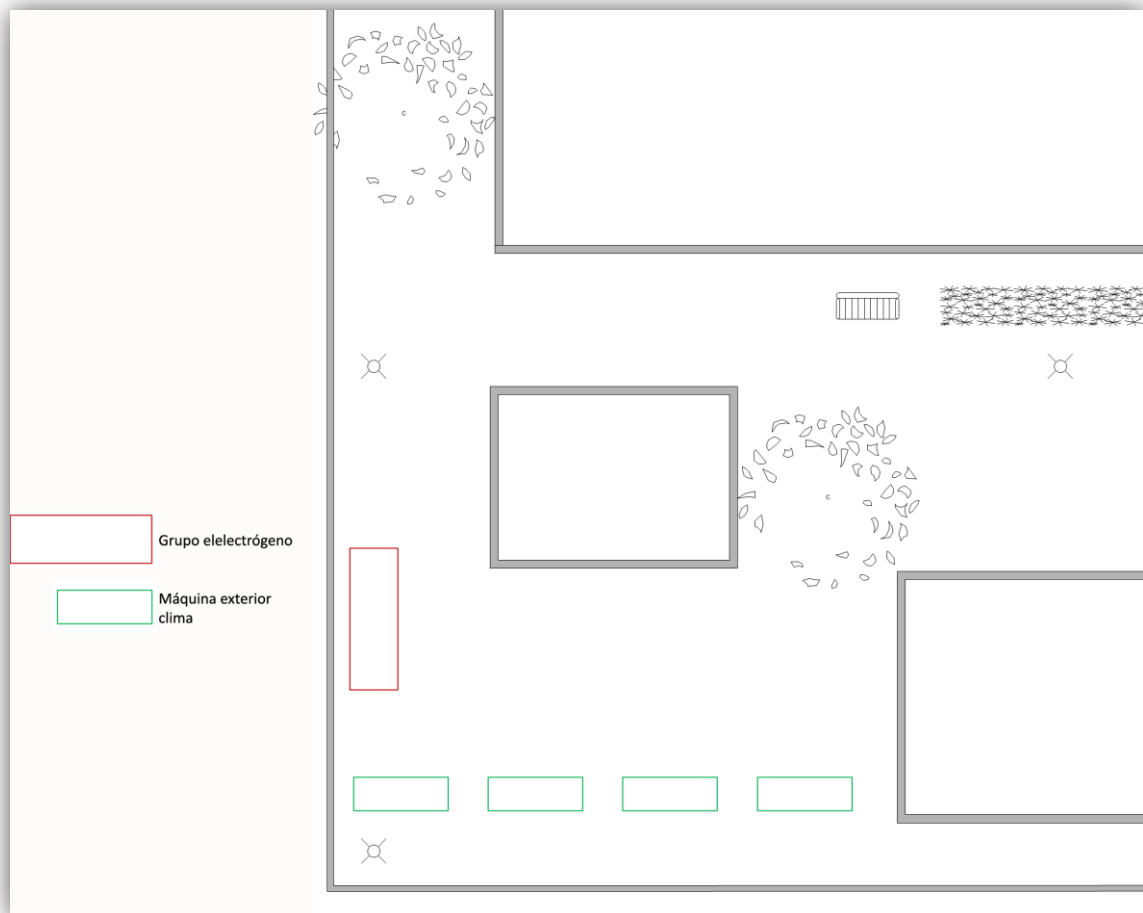


Ilustración 50: Clima exterior y grupo electrógeno

11.3.1.9 Pinturas

Se realizará una imprimación con pintura epoxi anti-polvo en el forjado y sobre esta imprimación se fijará la estructura del nuevo suelo técnico mediante adhesivos industriales.

Para los paramentos verticales y forjado superior se empleará una pintura plástica al agua, en color crudo los paramentos verticales y en negro el forjado superior.

11.3.1.10 Limpieza

Durante el transcurso de las obras en la sala CPD, se realizarán los trabajos de limpieza necesarios para la eliminación de la suciedad y el polvo acumulado en la obra.

A continuación, en la Ilustración 51, se muestra una imagen parcial del plano con los trabajos recogidos en este punto:

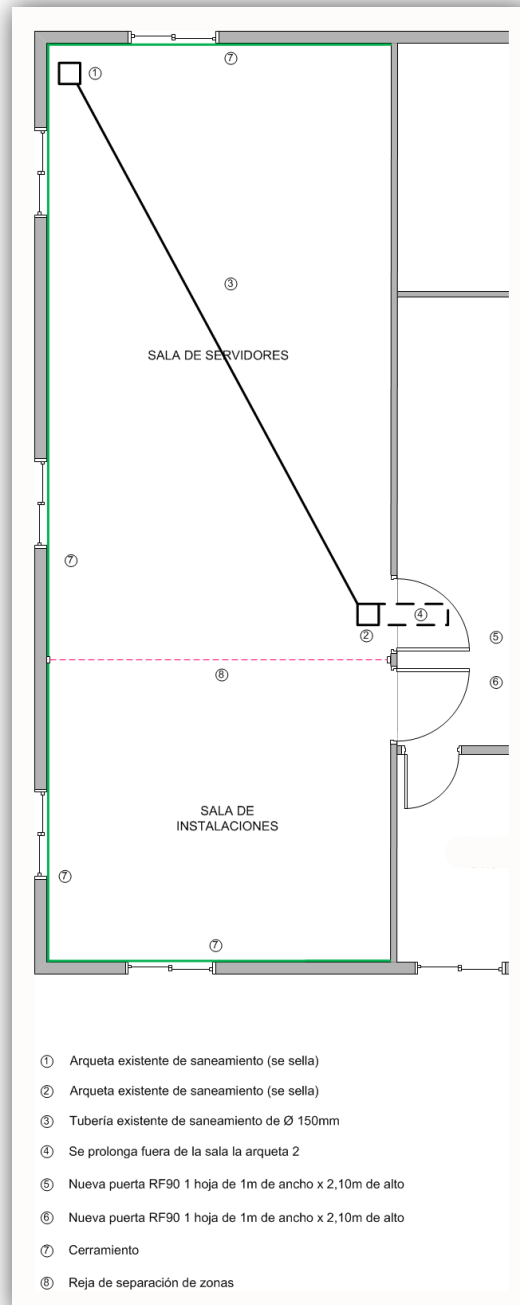


Ilustración 51: Obra civil

11.3.2 Electricidad

11.3.2.1 Objeto y alcance

El sistema eléctrico está compuesto por todos aquellos equipos y dispositivos necesarios para suministrar la alimentación eléctrica necesaria a todos los elementos del CPD.

El principal objetivo es dotar al nuevo CPD del sistema de alimentación eléctrica necesario para garantizar el suministro de energía eléctrica estable y de alta calidad, incluso en caso de caída del suministro de la red pública.

El alcance de la instalación eléctrica contempla:

- Grupo electrógeno.
- Acometidas y puesta a tierra.
- Cuadros de mando y protección del CPD.
- Distribución eléctrica para los armarios informáticos.
- Distribución de potencia dentro del armario (PDU).
- Alumbrado.
- Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI).

La oferta incluye el suministro e instalación de los elementos citados anteriormente.

11.3.2.2 Grupo electrógeno

Para proporcionar una fuente de energía alternativa a la acometida eléctrica de la compañía suministradora, se instalará un grupo electrógeno con capacidad y dedicación expresa para el CPD.

El grupo se instalará en la superficie comprendida entre las partes traseras de los edificios 2 y 3 y la valla que rodea el perímetro del recinto.

La capacidad del grupo será de 150 / 165 KVA.

El equipo del fabricante SDMO modelo J165K viene insonorizado y preparado para trabajos en intemperie. El suministro se realiza con motor JOHN DEERE y alternador LEROY SOMER con regulación electrónica. Todas estas características mecánicas le conceden una robustez propia para los trabajos más duros y exigentes. De fácil manejo y configuración. Incluye silencioso de escape de gases residenciales.



Ilustración 52: Grupo electrógeno SDMO

Grupo electrógeno marca SDMO - gama MONTANA J165K en ejecución, EURO SILENT de 150 kVA de potencia en CONTINUO, y 165kVA de potencia en EMERGENCIA. Equipado con:

- Cuadro de arranque y control de tipo automático montado sobre el grupo modelo S3500 NEXYS.
- Interruptor automático de mando manual 4x 250 A.
- Motor GASOIL JOHN DEERE modelo 6068HF120 1500 rpm refrigerado por agua mediante radiador.
- Alternador síncrono trifásico LEROY SOMER modelo LSA 44.2 M95 a 400 V.
- Silencioso de escape de 27 dBA de atenuación.
- Regulador de velocidad tipo mecánica.
- Dimensiones: 3508x1190x1830mm, peso: 2620 kg.
- Consumo 25 l/h. Depósito de combustible de 340 litros de capacidad con indicador de nivel. Autonomía de 14 h.
- Chasis mecano soldado con amortiguadores de vibración dispuestos entre el conjunto motor alternador y la bancada.
- El capotaje M226 está fabricado en chapa de acero a base de paneles desmontables.
- Número de cilindros: 6 en L.
- Cilindrada: 6,72 litros.

11.3.2.3 Acometidas y puesta a tierra

Acometida de Red

Es requisito para el correcto funcionamiento del CPD propuesto la instalación dentro del cuadro general de baja tensión del centro de transformación (C.T.) de abonado de ESL una protección de 400 A tipo NS 400 de cuatro polos, 4 relés para la protección de la acometida de

suministro eléctrico normal al nuevo CPD y una protección diferencial mediante relé indirecto tipo RH99, además de los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

Esta acometida estará dimensionada para suministrar una potencia de 160 KW con una caída de tensión inferior al 2,5%, considerando una distancia entre el C.T. y cuadro general de usos varios del CPD de 10 m. Se estima que la sección para esta línea debería ser 4 conductores tipo RZ1 0.6/1KV de 150 mm² más tierra de 95 mm².

Acometida de Grupo

El generador de emergencia estará dotado de protección magnetotérmica para la potencia suministrada (160 kW). Se dimensionará esta acometida para suministrar los 160 kW con una caída de tensión inferior al 2,5%. Considerando una distancia entre el generador de emergencia y cuadro general de usos varios del CPD de 10 m, se estima que la sección para esta línea, debería ser 4 conductores tipo RZ1 0.6/1KV de 150 mm² más tierra de 95 mm², 10 metros.

Sistema de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra del CPD estará físicamente unida a la tierra general del edificio. Se garantizará que en todo momento el valor de la impedancia del circuito de tierra en el CPD es inferior a 3 ohmios.

Debido a la preocupación existente en la actualidad con las tierras de los edificios, se propone la mejora de la instalación de puesta a tierra del edificio con el fin de conseguir una impedancia inferior a los 3 ohmios. Para ello se ejecutarán tres pozos aprovechando la obra civil de canalización que se realizará en la instalación de la presente oferta. En cada uno de estos pozos se instalará un electrodo vertical de acero cobrizado de 2m de longitud. Estos electrodos se unirán en un colector dentro de la sala junto con la actual red de tierras del edificio y se instalará un punto seccionamiento para poder realizar las medidas que marca el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) con el fin de tener un seguimiento continuo del valor de la impedancia de tierra.

Se instalará un dispositivo de vigilancia continua del valor de la impedancia del circuito de puesta tierra, conectándose la salida de alarma del dispositivo al sistema de gestión de señales del CPD.

11.3.2.4 Cuadros de mando y protección del CPD

La previsión de cargas que se realizará para el sistema es la que se indica a continuación.

Se considera que la superficie a ocupar por sistemas informáticos (incluidos los sistemas de comunicaciones) es el representado en el plano *Racks* que se muestra en la Ilustración 71 (8 *racks* de 42 unidades de 700mm de ancho x 1000mm de profundidad y 2 *racks* de 42 unidades de 800mm de ancho x 1000mm de profundidad).

Se considera que la disipación máxima contemplada para la sala a máxima rendimiento es de 60 kW (basándonos en los consumos de potencia indicados en los *datasheets* de los equipos). El suministro eléctrico a los *racks* de servidores se realiza desde dos fuentes estabilizadas, SAIs, independientes y capaz cada una de ellas de asumir el 100 % de la carga. El nivel de carga máximo de cada una de las SAIs se considera del 80%, por lo que se sobredimensionará en un 20 % sobre la previsión de cargas. Con los supuestos anteriores, se dimensionarán dos SAIs de 80kW cada una.

El sistema de climatización se diseñará con una redundancia de N+1, por lo que se contempla la instalación de cuatro equipos instalados en línea con los *racks* con una potencia frigorífica sensible de 22,2kW/ud.

El suministro de corriente normal al CPD se realizará desde el C.T. de Abonado situado junto a la valla de separación del complejo. Este suministro será exclusivo del CPD.

El suministro de corriente de respaldo del CPD se realizará mediante un generador marca SDMO, gama MONTANA J165K en ejecución, EURO SILENT de 150kVA de potencia en CONTINUO, y 165kVA de potencia en EMERGENCIA (descrito con anterioridad).

Con los datos anteriores se dimensionarán tres cuadros con las siguientes potencias máximas:

- Cuadro general de usos varios con una potencia máxima prevista de 150kW (250A)
- Cuadro sistema SAI A con una potencia máxima prevista de 80kW (120A)
- Cuadro sistema SAI B con una potencia máxima prevista de 80kW (120A)

Destacar que todos los cuadros ofertados poseen la capacidad de ser gestionados mediante interface WEB y SNMP. Cada uno de los cuadros tendrá las siguientes funcionalidades:

- CUADRO GENERAL

Se trata de un cuadro general de mando y protección del CPD montado según esquema unifilar adjunto en el Anexo III, con aparamenta y envolvente.

Se incluye dentro del cuadro general del CPD la conmutación Red/Grupo.

El cuadro general de usos varios del CPD está dimensionado para 160 kW y dotado de un analizador de redes multifunción con comunicación serie (elemento de vigilancia continua de impedancia de la instalación de puesta a tierra), descargadores de sobretensiones transitorias tipo I + II y las protecciones de los circuitos de alumbrado, usos varios, clima y alimentaciones a los cuadros de sistemas de SAI A y SAI B.

- CUADROS (CIRCUITO SAI A-B) DE DISTRIBUCIÓN A RACKS (SAI)

Los cuadros de mando y protección de corriente estabilizada (SAI), montados según esquema unifilar adjunto en el Anexo III, con aparamenta y envolvente.

Estos cuadros son los encargados de servir corriente estabilizada desde las diferentes SAIs a los equipos informáticos.

Los cuadros dispondrán de un interruptor de corte omnipolar de cabecera, un analizador de redes multifunción con comunicación serie, las protecciones de entrada y salida de la SAI de 80 kVA mediante protecciones de curva D y un sistema de *by-pass* de mantenimiento exterior.

11.3.2.5 Distribución eléctrica para los armarios informáticos

Se plantean dos soluciones para la distribución desde los dos cuadros de los sistemas de alimentación ininterrumpida A y B:

- OPCIÓN 1: Basada en distribución desde cuadro, por medio de líneas independientes (cable acabado en conector) a los sistemas informáticos.
- OPCIÓN 2: La segunda opción planteada se realizaría con una distribución mediante canalización electrificada sobre las filas de *racks* de sistemas informáticos (conocidos como blindobarras).

La opción escogida para este caso es la OPCIÓN 2.

OPCIÓN 1 – Distribución a través de circuitos

En el caso de distribución de circuitos distribuidos desde el cuadro hacia los *racks* de sistemas informáticos, el cuadro dispondrá de protecciones magnéticas, térmicas y diferenciales clase A, independientes para cada una de las salidas. La alimentación se realizará mediante conductores RZ1 0.6/1kV de sección adecuada desde cada uno de los cuadros de los sistemas A y B hasta cada uno de los *racks* de sistemas informáticos. Estos circuitos discurrirán por bandejas de rejilla instaladas por la parte superior de los *racks* (Ilustración 53).



Ilustración 53: Rejilla con cableado eléctrico

La elección de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que la intensidad máxima admisible sea superior a la intensidad nominal del circuito y que la caída de tensión se ajuste a los valores máximos establecidos por el R.E.B.T. Cada línea que parta del cuadro de la sala contará con protección independiente, tanto magneto-térmica como diferencial, de calibre idóneo en función de la línea que protege. En la instalación habrá un reparto equilibrado de las cargas de las fases. Los circuitos partirán de la regleta de salida del cuadro eléctrico y se distribuirán por la canalización independiente para energía, quedando debidamente identificados y etiquetados en su recorrido. Para evitar posibles daños al personal en caso de fallos no francos, la resistencia de la tierra será tal que asegure que la tensión de contacto no exceda los límites permitidos.

OPCIÓN 2 – Distribución mediante canalización electrificada (CEP)

El sistema que permite mayor flexibilidad en la distribución final a los armarios informáticos es la canalización eléctrica prefabricada, comúnmente denominada CEP, blindobarra, *bus-way* o *bus-bar*. Se trata de raíles electrificados, sobre los que se pueden conectar directamente las PDUs de los armarios.

En la opción de distribución mediante canalización electrificada para el suministro a las dos filas de *racks* de servidores, se instalarán sobre cada una de las filas dos canalizaciones electrificadas trifásicas de 160 A, una alimentada del sistema de SAI A y otra alimentada del sistema de SAI B. Sobre estas canalizaciones, se instalarán cajas de conexión (*cofrets*) de seccionamiento que albergarán una protección magnética, térmica y diferencial clase A independiente para cada una de las alimentaciones a los *racks* de sistemas informáticos. En el caso de distribución mediante canalización electrificada, se dispondrán de dos protecciones tetrapolares con protección magnética, térmica y diferencial clase A para una potencia máxima de 80 kVA, situándose las protecciones individuales de cada una de las salidas en cajas de derivación y seccionamiento sobre cada uno de los *racks* de sistemas informáticos en cada una de las canalizaciones electrificadas.

La canalización prefabricada se regula en la norma CEI 60439-2³⁸ que estipula los requisitos adicionales específicos de dicha canalización.

El punto fuerte de las CEP es una elevada potencia en dimensiones reducidas y la versatilidad que supone la adaptación inmediata a los cambios de configuración o ampliaciones del lugar de instalación. Presenta una alta fiabilidad y continuidad del servicio, puesto que las unidades de acoplamiento se pueden conectar con total seguridad mientras están en tensión. Además, es mucho más sencillo identificar los circuitos sin necesidad de consultar el etiquetado.

La siguiente ilustración (Ilustración 54) muestra una instalación de blindobarra:

³⁸ UNE-EN 60439-2:2001, Conjuntos de aparcamiento de baja tensión. Parte 2: Requisitos particulares para las canalizaciones prefabricadas [\[UNE01\]](#).



Ilustración 54: Blindobarra

Esta solución simplifica los cuadros de alimentación de SAI (A y B) y elimina los cables de los circuitos terminados en CETAC llevados hasta los *racks*.

Como ya se ha indicado, la solución propuesta a ESL se basa en distribución eléctrica a los armarios *rack* por medio de blindobarras que discurrirán soportadas al techo de la sala, sobre los armarios. Se instalarán cuatro barras, dos barras (A y B) por encima de cada fila de *racks*, para asegurar la redundancia.

En la oferta se contempla el suministro de 20 *cofrets* para un total de 10 armarios, una desde cada barra, con protecciones independientes. Estas cajas solo serán manipulables una vez desconectadas de la blindobarra. Las protecciones diferenciales de los *racks* serán de clase A (con detección de fuga con componente continua) y dispondrán de filtros de alta frecuencia y acumuladores de energía. Todos los circuitos de alimentación de las barras estarán provistos de elementos de señalización de estado (contactos NA/NC) para monitorizarlos a través del sistema de supervisión de instalaciones.

Características técnicas:

- Longitud de los elementos: 3 m.
- Intensidad asignada de empleo: de 40 a 160 A.
- Corriente asignada a los conectores derivación: 63 A
- Tensión asignada de aislamiento del cable: 500 V.
- Número de conductores: 4 + PE.
- Grado de protección: IP55.
- Tratamiento de superficie: RAL 9001.
- Normas: conformidad con IEC 60439-2.

11.3.2.6 Distribución de potencia dentro del armario (PDU)

En el *rack*, la distribución de potencia se realiza mediante unidades de distribución de potencia (PDU) monofásicas. Para alimentar la mayoría de los equipos alojados en los *racks*, se suministran 16 PDUs de la serie básica (no monitorizables ni gestionables) de formato vertical (ocupan cero U) de 16 A con conectores del tipo C13 y C19, y terminadas en cable con enchufe CETAC (IEC 60309) que conecta en los circuitos instalados.

Además, se suministrarán 4 PDUs monitorizables y gestionables de formato vertical de 32 A con conectores del tipo C13 y C19, y terminadas en cable con enchufe CETAC que conecta en los circuitos instalados.

Rango de voltaje (V)	Rango de frecuencia (Hz)	Color
20-25	50/60	Morado
40-50	50/60	Blanco
100-130	50/60	Amarillo
200-250	50/60	Azul
380-480	50/60	Rojo
500-690	50/60	
-	>60-500	Verde
Ninguno de los anteriores		Gris

Tabla 16: Código de colores IEC 60309

Internacional				
	4 horas	6 horas	7 horas	9 horas
3 pines				
	100 a 130	200 a 250		
4 pines				
		380 a 415		200 a 250
5 pines				
		200/346 a 240/415		120/208 a 144/250

Ilustración 55: Conectores IEC 60309

Tipo de conector	Hembra	Macho	Temperatura Máxima	Corriente (A)
	C1	C2	70°C	0.2
	C3	C4	70°C	2.5
	C5	C6	70°C	2.5
	C7	C8	70°C	2.5
	C9	C10	70°C	6.0
	C11	C12	70°C	10.0
	C13	C14	70°C	10.0
	C15	C16	120°C	10.0
	C15A	C16A	155°C	10.0
	C17	C18	70°C	16.0
	C19	C20	70°C	16.0

Ilustración 56: Conectores IEC 320

Se instalarán 2 PDUs por cada *rack*, para permitir la doble acometida eléctrica (redundancia) de los equipos, permitiendo dar servicio a 10 armarios (8 de servidores y 2 de comunicaciones). Las PDUs se instalarán en la parte trasera de los *racks*, tal como muestra la Ilustración 57³⁹.

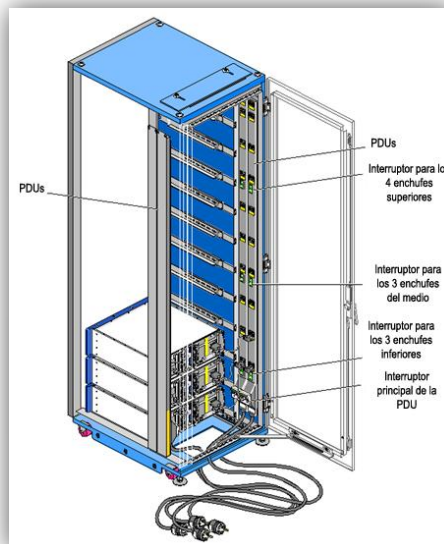


Ilustración 57: PDUs instaladas en rack

³⁹ Ilustración extraída de la página web de SGI, www.sgi.com.

Las PDUs no monitorizables de 16 A ofrecidas son de la marca APC modelo AP7551 (0 U, 16 A, entrada 230 V IEC 309, salidas 230 V IEC 320 (20) C13 y (4) C19) o similar, tal como se muestra en la Ilustración 58⁴⁰.



Ilustración 58: PDU no monitorizable

Se trata de regletas monofásicas de enchufes, verticales (0 U), para una potencia de 16 A, con entrada 230 V IEC 309 y salidas 230 V IEC 320 con salidas tipo C13 (20 unidades) y del tipo C19 (4 unidades). De este modo, en cada rack que posea PDUs se ofrecen 40 enchufes C13 y 8 enchufes C19.

Como una opción de mejora se ofrece la posibilidad de instalar PDUs monitorizables (permiten visualizar los consumos de potencia) y gestionables (permiten controlar los enchufes individualmente por medio de protocolo IP). Los modelos son: PX2-2493 o similar (1PH, 230V AC IEC60309 32A, 24 salidas tipo C13 (20 unidades) y C19 (4 unidades), 7.4kVA, vertical (0 U), Ethernet, serial, USB-A, USB-B).

Como se menciono con anterioridad, el número de estas PDUs es de 4, para dar servicio a 2 armarios de servidores.

11.3.2.7 Alumbrado

Se instalarán fijadas al forjado luminarias IP65 con dos tubos fluorescentes T5 de 25 W y balastos HF para garantizar unos niveles de iluminación de 500 lúmenes, y serán controladas por sensores de presencia con el fin de optimizar los consumos energéticos. La alimentación de las luminarias se realizarán desde el cuadro de usos varios alimentado del barraje Red-Grupo del cuadro general de Usos Varios.

Se instalarán fijadas al forjado bloques autónomos de emergencia, dos unidades por pasillo en la zona de sistemas y 2 unidades en la zona de infraestructuras, enclavadas a los circuitos de alumbrado convencional.

A continuación se muestra una imagen del plano (Ilustración 59):

⁴⁰ Ilustración extraída de la página web de APC, www.apc.com.



Se propone el suministro de dos sistemas de alimentación ininterrumpida, cada uno con una potencia capaz de asumir el 100% de la carga de los sistemas informáticos. Cada uno de los equipos se alimentará desde su cuadro de SAI independiente y dispondrá de un sistema de *by-pass* interno y de un sistema de *by-pass* de mantenimiento externo en el cuadro que permita

realizar maniobras de sustitución de elementos sin “paso por cero” de la instalación. Se instalará un armario exterior para alojar las baterías que darán autonomía al sistema y un transformador de aislamiento galvánico.

El equipo es un Sistema de Alimentación Ininterrumpida marca Emerson (o similar), modelo Chloride 80 NET (Ilustración 60 [\[Eme12\]](#)) de potencia nominal 80 kVA / kW, topología doble conversión, formado por el equipo SAI más armario de baterías externo que proporciona 10 minutos de autonomía, más la utilización de un transformador de aislamiento galvánico para evitar posibles problemas procedentes de la red. Además de las protecciones antes descritas, con la instalación de dos equipos se garantiza la redundancia, tanto en el momento de fallo como durante el proceso de mantenimiento preventivo o correctivo al que se pueda someter al equipo.



Ilustración 60: SAI Chloride 80 NET

Las características del equipo son:

- Potencia: 80 kVA / 80 kW (con $\cos \Phi = 1$).
- Tensión de entrada: $3\phi+N$ 400 V + 15/-20%.
- Frecuencia de entrada: 50/60 Hz \pm 6%.
- Rectificador IGBT con corrección automática del factor de potencia $> 0,99$ y re-inyección de armónicos THDI $< 3\%$.

- Filtro de corriente continua y sensores de temperatura de batería para regular la tensión de carga de la misma.
- Inversor de transistores IGBT con control vectorial basado en DSP y modulación de ancho de impulso (PWM).
- Control de carga por la temperatura y test automático de baterías.
- Tensión de salida: $3\phi + N 400\text{ V} \pm 1\%$.
- Frecuencia de salida: $50/60\text{ Hz} \pm 0,1\%$.
- TDH de voltaje de salida: 1%.
- Filtro de corriente alterna.
- *By-pass* estático a semiconductores.
- *By-pass* manual de mantenimiento.
- Transformador de aislamiento a la salida del equipo.
- Ampliación de potencia o redundancia hasta 6 equipos.
- Montado en un armario autosustentado de dimensiones 1675x860x1800 mm.
- Pantalla en 6 idiomas (panel frontal con mímico de funcionamiento con indicadores de estado más *display* táctil).
- Panel de comunicaciones externas con puerto RS232.
- Tarjeta de alarmas de contactos secos.
- Tarjetas de comunicación SNMP incluida.
- Compatible con LIFE®.net, monitor remoto 24/7 y servicio de diagnóstico.
- Armario metálico de dimensiones 600x1100x1960 mm.
- Baterías de acumuladores de plomo hermético, de 8 años de vida, para ofrecer una autonomía de 10 minutos. Alojadas en un armario externo con medidas 825x800x1600 mm.
- Transformador de aislamiento 80 kVA.

La localización de los cuadros, las SAIs, baterías y trafos, y la distribución eléctrica a través de blindobarras propuesta se muestra a continuación, en la Ilustración 61.

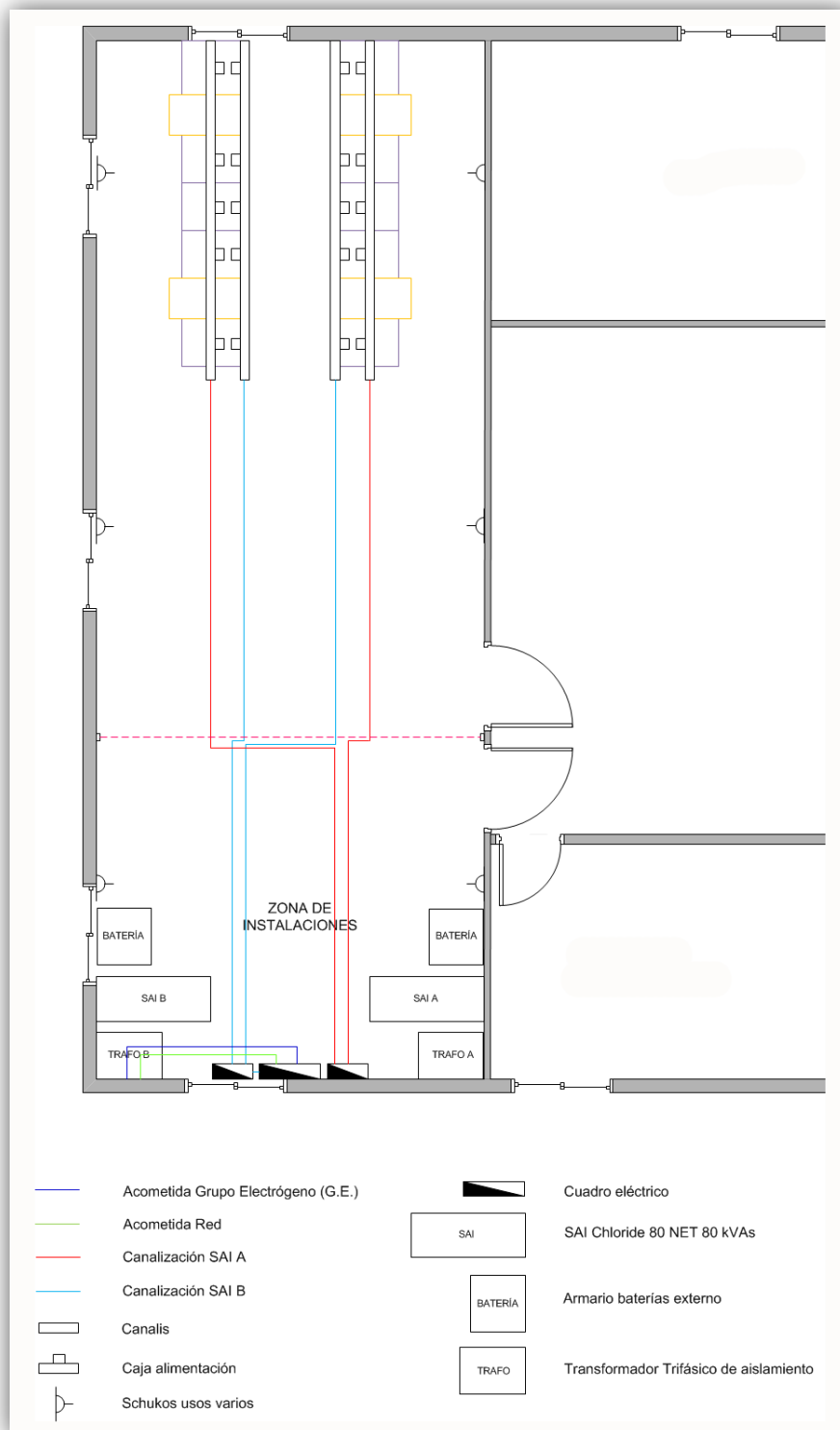


Ilustración 61: Plano electricidad

Para su refrigeración, se utilizara la climatización usada para los servidores, lo cual garantiza la continuidad del servicio y la refrigeración necesaria.

11.3.3 Sistema de Climatización

La climatización tiene por misión fundamental conseguir una adecuada estabilidad en la temperatura y humedad de la sala para el buen funcionamiento de los sistemas informáticos.

Los sistemas informáticos trabajan dentro de unos umbrales de temperatura (calentamiento) y humedad (electricidad estática) que deben ser respetados para su buen funcionamiento y por ello el sistema de climatización debe controlar ambos parámetros. Los rangos de temperatura y humedad definidos por ASHRAE 2008 para CPDs se extendieron sobre los valores de 2004, para entregar una mayor flexibilidad a las operaciones dentro de las dependencias de los centros de datos, específicamente en la meta para reducir el consumo energético. Los límites de temperatura recomendados van desde los 18°C (64.4°F) hasta los 27°C (80.6°F). La humedad está limitada a menos del 60% con temperaturas de punto de condensación inferiores y superiores de 5.5°C (41.9°F) y 15°C (59°F), respectivamente.

El principal problema actual en la refrigeración es asegurar el buen funcionamiento de los sistemas de procesamiento de Alta Densidad, como los servidores blade, que generan una carga térmica muy superior a la producida por los CPDs tradicionales. Por todo ello, la disipación del calor se ha convertido en un factor clave que afecta al funcionamiento y a la fiabilidad de los entornos de procesamiento de datos. La media de consumo de un *rack* en un CPD era de aproximadamente 2 kW (año 2000), pero actualmente el máximo de potencia que puede alcanzar el *rack* con equipamiento de alta densidad puede llegar a los 20 kW. Tales cargas exceden los diseños de refrigeración y de energía típicos en los CPD.

11.3.3.1 Refrigeración por impulsión a pasillo (IN-ROW)

Es un sistema donde las unidades de climatización, que tienen formato tipo *rack*, se intercalan entre los *racks* de los sistemas informáticos dentro de las filas que conforman los pasillos del CPD, recogiendo por la parte trasera el aire caliente que expulsan los servidores, y aportando aire refrigerado por la parte delantera para dar servicio a las frontales de los *racks* colaterales. Se suele identificar a estos equipos con el nombre de equipos *in-row*. Se puede utilizar con cerramiento de pasillo incluido, que permite mejor rendimiento energético, o sin el cerramiento.

Como la unidad de refrigeración está cerca de los *racks* que generan calor, se necesitará menos energía para mover el aire en comparación con los métodos de refrigeración que tienen la unidad fuera de la zona de aislamiento. Además, estas máquinas, debido a su localización en el CPD y a su potencia de refrigeración, pueden llegar a refrigerar un *rack* con equipamiento de alta densidad.

11.3.3.2 Redundancia

La importancia del sistema de climatización es tan elevada que requiere que la configuración de equipos diseñada ofrezca un nivel de redundancia suficiente para asegurar la continuidad

del servicio, independientemente del sistema de refrigeración elegido (climatización convencional o para alta densidad).

Esta redundancia puede tener diferentes niveles de seguridad. Si consideramos que se requieren N equipos para ofrecer el 100% del servicio, se pueden ofrecer los siguientes niveles de redundancia:

- $N + (1/x)N$ se ofrece redundancia para un porcentaje de los equipos.
- $2N$ se ofrece redundancia para la totalidad de los equipos.
- $2(N+1)$ se ofrece redundancia para la totalidad más un equipo de salvaguarda.

En todas ellas se trabaja con todos los equipos de forma simultánea para repartir la carga de trabajo y homogeneizar el envejecimiento de los equipos.

11.3.3.3 Solución propuesta para la sala CPD

Con la implementación de equipos situados lo más cerca posible de los sistemas, conseguimos la mejor eficiencia tanto en refrigeración como en reducción de consumo, ya que las máquinas únicamente refrigeraran el aire necesario para el correcto funcionamiento de los equipos. Para conseguir la mayor eficiencia de las máquinas, irán equipadas con ventiladores de velocidad variable, los cuales ajustarán su velocidad dependiendo de las necesidades. Estos sistemas de refrigeración permiten la colocación lo más cercana a los puntos calientes y servirán para atajar la problemática producida por éstos en el resto de los equipos dentro del CPD.

Las reglas de diseño a aplicar deben cumplir los requisitos más exigentes en el diseño de CPDs:

- Solución que proporciona redundancia.
- Solución basada en la modularidad, escalabilidad y flexibilidad del diseño.
- Solución de alta eficiencia energética responsable con el medio ambiente.
- Gestión del equipamiento instalado.
- Mantenimiento sencillo del equipamiento.

Para la correcta refrigeración de los equipos que soportan los diferentes sistemas dentro de la sala, se propone una solución de climatización (refrigeración / humectación) con equipos del tipo *in-row*, intercalados convenientemente entre los *racks* de servidores. Estos equipos están ya preparados para climatizar/humectar los sistemas de Alta y Baja Densidad.

La instalación de las tuberías de los circuitos de refrigeración se realizará por el interior del falso suelo, para mejorar la estética de la sala.

Para reforzar la solución se propone la construcción de un cerramiento del pasillo caliente existente entre las dos filas de *racks*. Se realizará una estructura de pasillo frío / pasillo caliente mediante dos filas de *racks*, enfrentándose las traseras de los mismos y situados según el

plano Climatización (Ilustración 63), instalándose tapas ciegas en las unidades no ocupadas por electrónica y un techo translucido en su parte superior. Así mismo, estará dotado de puertas de acceso. Con esto se pretende conseguir un aumento en el rendimiento de los sistemas de climatización, evitándose las mezclas entre los flujos de aire frío y caliente dentro de la sala.

Ambas soluciones permiten el incremento de la eficiencia en la refrigeración, que redunda en una reducción del consumo eléctrico y del CO₂ producido por el CPD. Además, la solución de pasillos calientes, nos permite garantizar la refrigeración para otros sistemas/servicios que se encuentran situados en la sala CPD, como por ejemplo, los equipos SAI.

Se muestra en la Ilustración 62⁴¹ un ejemplo de la ventaja de la utilización del cerramiento del pasillo caliente para este tipo de soluciones.

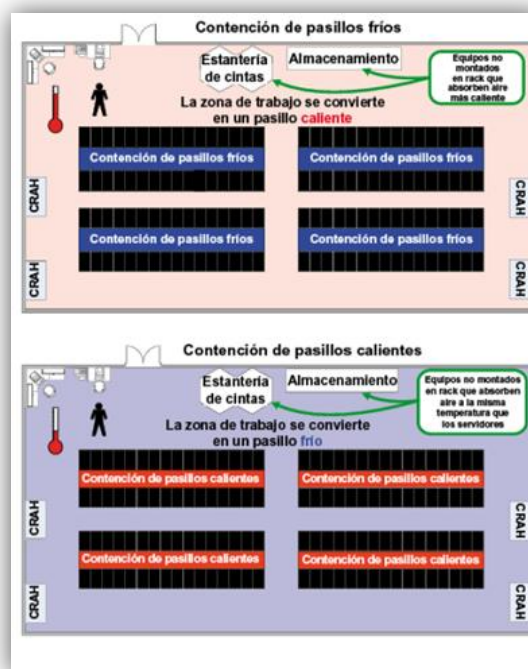


Ilustración 62: Contención de pasillos

En la imagen superior se muestra el problema que se genera en la sala si se instala un cerramiento de pasillo frío cuando hay equipos en la sala que deben ser refrigerados y no existe climatización en el ambiente o dedicada para esos equipos.

En el caso del CPD propuesto en ESL, se requiere refrigeración para los SAIs y como muestra la parte inferior de la Ilustración 63, esta refrigeración a la sala se consigue al cerrar el pasillo caliente.

⁴¹ Ilustración extraída de la página web de APC, www.apcmedia.com.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la sala donde alojar los racks y la servidumbre de acceso que necesitan, la propuesta de distribución de máquinas y racks es la siguiente:

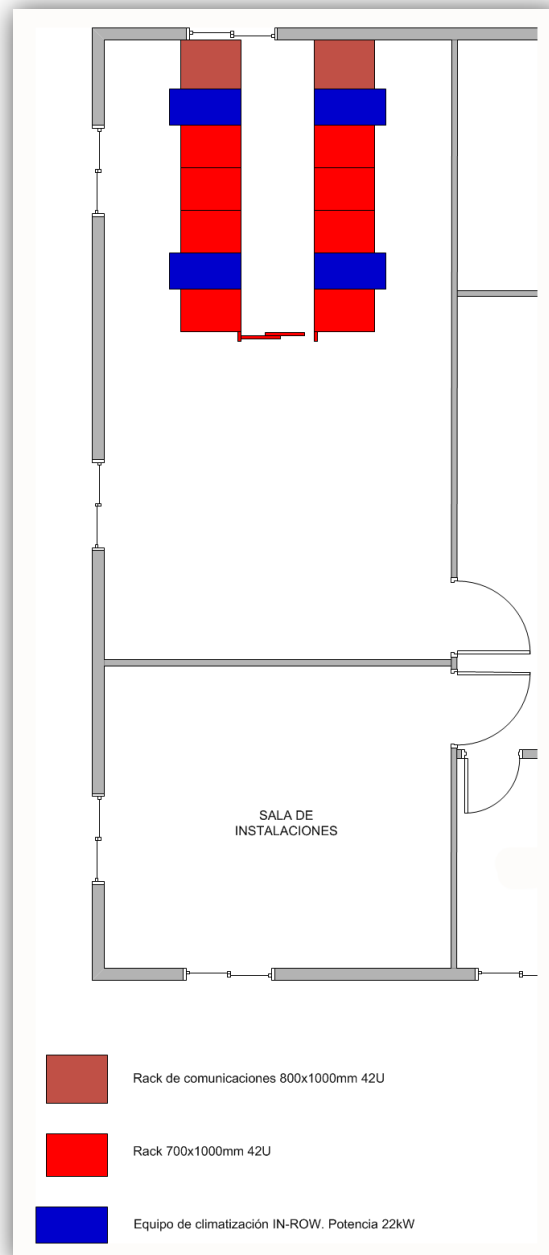


Ilustración 63: Plano Climatización

Estos equipos de climatización serán conectados al cuadro eléctrico central del CPD y protegidos bajo el grupo electrógeno. Una de las cualidades que estos equipos poseen es su capacidad de re-arranque automático tras el corte en el suministro eléctrico. También se conectarán al sistema de detección PCI, para que en el caso de una detección positiva se apaguen y eviten favorecer la situación de riesgo.

Los equipos, por su diseño y estética, se integran perfectamente con la de los racks en su arquitectura de filas dentro del CPD.

El diseño ofertado busca cubrir las necesidades actuales del CPD, las cuales son de 60kW.

El diseño propuesto en la oferta consta de 4 máquinas, buscando una solución $N+1$, las cuales podrán cubrir una disipación de alrededor de 22kW por máquina, dando un total de refrigeración de $3 \times 22\text{kW} = 66\text{kW}$, quedando una máquina para dar redundancia en el caso de fallo o mantenimiento. En el peor de los casos, y con la utilización de las cuatro maquinas de clima a plena potencia, con la consiguiente pérdida de redundancia, el CPD podría llegar a disipar 88kW.

Cabe destacar que todas las máquinas trabajarán de forma simultánea, repartiéndose la carga entre ellas. De este modo, las maquinas envejecerán de forma similar.

Para mantener las condiciones de humedad requeridas, todas las unidades de climatización dispondrán de humidificadores, los cuales deben recibir un aporte continuo de agua desde la red de abastecimiento prevista a través del falso suelo.

La solución propuesta para los equipos *in-row* es del fabricante Emerson, modelo Liebert CRV CR020RA (o similar), líder mundial en soluciones de climatización para entornos CPD.

Se trata de un climatizador que trabaja con tecnología de Expansión Directa (gas), capaz de suministrar una potencia de refrigeración de hasta 22,2kW además de un correcto control de humectación, realizando funciones de control estricto de temperatura y humedad. Estas máquinas están equipadas con hardware capaz de regular su funcionamiento (compresor hermético Scroll Digital, ventiladores electrónicamente conmutados (EC), válvula de expansión electrónica, sensores remotos para *racks*) para adaptarse a las necesidades reales de climatización y humectación, lo cual permite tener una instalación con mayor capacidad de la necesaria actualmente y sin embargo, funcionando con una altísima eficiencia, permitiendo crecer de forma sencilla, rápida y flexible a la vez que los costes de operación serán siempre los mínimos posibles.

Características:

- Temperatura / Humedad: 37°C / 24%.
- Potencia frigorífica total: 22,2kW.
- Potencia frigorífica sensible: 22,2kW.
- Caudal de aire: 4172m³/h.
- Potencia calorífica: 6kW.
- Caudal de vapor del humidificador: 2Kg/h.
- Nº de compresores: 1.

- Temperatura de aire exterior: 42°C.
- Tensión de alimentación: 400/III/50.
- Dimensiones:
 - Largo: 600mm.
 - Fondo: 1175mm.
 - Alto: 2000mm.
 - Peso: 335Kg.

El modelo CRV CR020RA ofertado incluye:

- Presostato de filtros obstruidos.
- Compresor hermético Scroll Digital.
- Ventiladores electrónicamente conmutados de caudal variable.
- Válvula de expansión electrónica.
- Sistema de humectación + Resistencias eléctricas.
- Impulsión de aire bidireccional.
- Filtros de alta eficacia EU4 en aspiración.
- 5 sensores remotos para *racks*.
- Refrigerante R410A.
- Monitorización Web Standard IP.

Cada equipo CRV lleva asociada una unidad condensadora encargada de la refrigeración del aire de la sala. El funcionamiento de la condensadora sería el que se enuncia a continuación. El equipo de condensación enfría el refrigerante gaseoso que entra y lo transforma en líquido. La presión de condensación es regulada por ventiladores cuyo funcionamiento es controlado a su vez por el regulador de velocidad del ventilador. La velocidad de rotación del ventilador se regula por la presión de condensación a través de un regulador continuo de velocidad Variex. El sistema es un controlador autónomo de la presión de condensación, que controla la presión de salida (lado del líquido) del condensador y se ha diseñado específicamente para trabajar con el refrigerante R410A y con circuitos frigoríficos equipados con compresor Scroll Digital. El Variex ofrece las siguientes ventajas:

- Reduce el ruido.
- Estabiliza el circuito frigorífico, por lo que resulta adecuado para circuitos con recorridos muy largos.
- Permite el funcionamiento a temperaturas inferiores a los -20°C.

- Aumenta la relación de eficiencia energética del sistema con la posibilidad de modificar el *set point* de la presión de condensación por un valor más alto (valor por defecto = 23,4 bar) a un valor inferior (valor opcional = 20,2 bar) y viceversa. Esto es posible gracias a una señal remota que llega al cliente, mediante los bornes 70-71 situados en el cuadro eléctrico de serie del condensador.
- Bornes 70-71 del cuadro eléctrico: Si normalmente están abiertos a 24V CA (valor predeterminado) el *set point* es más alto (*set point* 1 = 23,4 bar). Si normalmente están cerrados a 24V CA (valor opcional) el *set point* es más bajo (*set point* 2 = 20,2 bar).

La serie de condensadores Liebert HCR se ha diseñado para trabajar con el refrigerante R410A y la máxima presión de funcionamiento de la batería es de 43 bar. La temperatura externa admisible (referida a la zona de alrededor del lado de aspiración del condensador) depende del equipo de climatización doble y llega como máximo a 46°C. La temperatura del aire exterior mínima permitida es de -20°C. La temperatura de condensación máxima permitida del refrigerante es de 60°C.

Las características de la unidad condensadora modelo HCR51 de ventilador AXIAL con control de condensación por variación de velocidad son:

- Variador de velocidad monofásico.
- Interruptor de corte.
- Amortiguadores.
- Características unitarias:
 - Caudal de aire: 17000 m³/h.
 - Consumo eléctrico ventilador: 1,10kW.
- Dimensiones:
 - Largo: 1112 mm.
 - Fondo: 2340 mm.
 - Alto: 907 mm.
 - Peso: 93 Kg.

11.3.4 Sistema de Detección/Extinción de Incendios

El CPD necesita un sistema propio de detección y extinción del fuego. No se debe a que el CPD suponga en sí mismo una posible fuente de incendios, sino más bien al valor de la información almacenada y al considerable daño que supondría para el negocio una pérdida de la misma.

Los fuegos raramente comienzan en la sala. El CPD resulta dañado a menudo por los fuegos que comienzan en otras partes y se extienden a la sala de procesamiento de datos.

Los principios apropiados para la protección contra incendios son:

- Reducir la probabilidad de que un fuego comience.
- Reducir la probabilidad de que un fuego se disperse.
- Reducir el daño mínimo que un fuego puede causar.

Se deben considerar tres aspectos:

- Definición de zonas de seguridad de incendios.
- Sistema de Detección.
- Sistema de Extinción.

Se protege el CPD con un sistema de detección con la propuesta de dos soluciones: detectores ópticos para el disparo y aspiración para pre-alarma.

En extinción se propone la opción de gas inerte tipo NOVEC-1230 (Sinorix TM 1230).

Todos los ítems y soluciones incluidos en el apartado PCI recogidos en la propuesta se contemplan con suministro e instalación.

11.3.4.1 Definición de Zonas de Seguridad

La primera consideración a tener en cuenta para abordar la implantación de un sistema anti-incendios es definir las áreas que van a ser protegidas. En la presente propuesta se van a proteger las dos zonas que conforman la sala CPD. Se desestima la instalación bajo el falso suelo, debido a que en este solo existirán tuberías para la canalización del agua y el gas para las maquinas de clima.

11.3.4.2 Sistema de Detección

Como sistema de detección de incendios, se plantean dos opciones, una basada en detectores puntuales y una segunda por aspiración. En ambos casos el sistema funcionará por detección cruzada. En el caso del sistema puntual se consigue duplicando el número de detectores y conectando el 50% a un lazo y el otro 50% a un lazo distinto. En el caso de que uno de los detectores se active, el sistema lo refleja como pre-alarma y con otro detector de un lazo distinto se realiza la confirmación de la alarma. En el caso de detección temprana por aspiración, la detección cruzada se consigue por umbrales de oscurecimiento. Con un nivel de oscurecimiento del aire aspirado, el sistema indica pre-alarma, y cuando el nivel de oscurecimiento supera un segundo umbral, el sistema realiza la confirmación de la alarma.

En ambos casos el sistema estará dotado de un panel de incendios independiente que procesará las señales de alarma y realizará las actuaciones sobre el sistema de extinción.

A continuación se describen las dos soluciones propuestas.

Sistema de detección por detectores ópticos convencionales

Detectan humos visibles. Se basan en la absorción de luz por los humos en la cámara de medida (oscurecimiento), o también en la difusión de luz por los humos (efecto Tyndall).

El efecto perturbador principal es el polvo.

Se propone la instalación de 8 detectores convencionales de la marca Aguilera, modelo ESC5OPT.

En la Ilustración 64 se recoge la colocación de los detectores (tradicional):

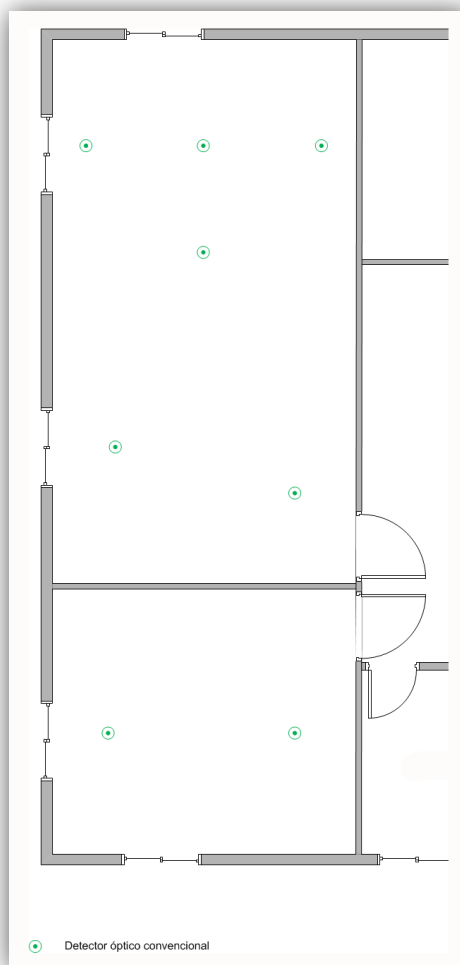


Ilustración 64: Plano de detectores

Sistema de detección por aspiración

Los sistemas algorítmicos actuales alcanzan el máximo de la sofisticación de la detección puntual. El único aspecto que puede dificultar el funcionamiento de la detección de tipo

puntual inteligente estriba en que para que el detector pueda analizar adecuadamente el valor del parámetro del fuego medido (humo, gas, temperatura, etc.) el efecto correspondiente debe alcanzar el detector.

Existen innumerables ocasiones en que el detector puede verse afectado por bolsas de aire sobrecalentadas que generan una zona de sobrepresión, corrientes de aire o ventilación forzada, obstáculos que impiden que el humo, u otro factor, alcance al detector. Esta barrera no existe en los sistemas de alta sensibilidad por aspiración. El sistema de detección incipiente de incendio por aspiración es un sistema activo que utiliza una red de tuberías para aspiración con puntos u orificios de muestreo, para monitorizar y controlar la polución o contaminación del aire en relación con las partículas de humo o gases de combustión que puedan originarse.

Además de ser un sistema de detección precoz provisto de una cámara de análisis de alta sensibilidad, proporciona mucho tiempo al usuario antes de la aparición real del fuego. De esta forma se logra tener información en la fase más incipiente de un incendio, evitando daños materiales y en la mayoría de las ocasiones se evita la descarga del agente extintor utilizado.

Las principales ventajas de esta tecnología son:

- Se suprimen las falsas alarmas provocadas por causas ambientales ajenas, como pueden ser el polvo, suciedad o interferencia eléctrica.
- Nivel extremadamente alto de sensibilidad. Los sistemas de detección de muy alta sensibilidad por aspiración son capaces de detectar un conato de incendio desde su fase más incipiente, ya que poseen una sensibilidad estándar que está comprendida entre el 0,005% y el 20% de oscurecimiento por metro. La sensibilidad de este sistema es del orden de 1.000 veces superior a la de los detectores convencionales.
- No precisa de acumulación de humo en la zona del detector, por tanto es apropiado para trabajar en entornos en los que se mueven grandes caudales de aire (es el caso de la climatización del CPD).
- Toda la electrónica se concentra en el detector y la probabilidad de fallos es por tanto menor.

En la presente propuesta se incluye el suministro e instalación de un detector de humos por aspiración marca Vesda LaserPlus con *display*, modelo VLP-002, compuesto por cámara de detección con luz de láser programable con un rango de sensibilidad entre 0,005 y 20% de oscurecimiento por metro, con 4 niveles de alarma programables, colector para conexión de 4 tubos (una sola zona), filtro de aire de dos etapas, aspirador de aire y tarjeta de siete relés programables libres de tensión, equipado con un *display* con gráfico de barras, *leds* de alarmas y averías, lectura numérica de oscurecimiento de humo y botones de silenciado y *reset*, entre otros. Fabricado por Xtralis para ser alimentado a 24V DC.

Se propone un equipo tipo Vesda (*Very Early Smoke Detection Aparatus*) por ser detectores de muy alta sensibilidad. El modelo elegido es un equipo totalmente modular y de instalación muy flexible, para poder adaptarse a cualquier requisito de montaje.

La instalación propuesta consta de tuberías de aspiración proyectadas de ABS para evitar la introducción de compuestos halogenados (por ejemplo, presentes en el PVC). La tubería será de color rojo (Ilustración 65), para su fácil identificación como elemento de un sistema de PCI. Las tuberías proyectadas serán de ABS modificado debiendo ser libres de halógenos, autoextinguibles y no propagadoras de la llama. Estas tuberías de aspiración tendrán un diámetro exterior de 25 mm con un espesor de pared de 1,5 mm; la longitud máxima de las tuberías de los detectores proyectados no excederá de 50 m o 200 m lineales (según modelo); tendrán orificios de aspiración que serán definidos en cuanto a diámetro (2 a 6 mm) y separación de orificios (3 a 8 m), mediante el programa ASPIRE2, desarrollado por el fabricante de los equipos para el diseño y cálculo de la respuesta de la instalación. El soporte de la tubería se realizará mediante los *clips* adecuados para este material (ABS) y diámetro con una separación máxima de 700 mm entre ellos. Los tramos de tubería se unirán mediante manguitos apropiados usando pegamento de ABS o PVC. En ningún caso se pegarán las tuberías al colector de entrada del detector. Todos los accesorios empleados (manguitos, Ts, curvas, tapones y *clips*) para la instalación de las redes de muestreo de aire, serán de ABS en color rojo. Las curvas a emplear serán siempre de radio amplio no admitiéndose los codos a 90°. A la entrada de las tuberías en los detectores se colocarán racores roscados desmontables para facilitar la limpieza de las tuberías durante las rutinas de mantenimiento.



Ilustración 65: Tubería VESDA

Para la alimentación eléctrica se ha previsto utilizar una fuente de alimentación local de 220V AC / 24V DC – 6A para alimentar a 24V DC (entre 11 y 30V DC). La fuente irá equipada con dos baterías de plomo herméticas libres de mantenimiento de 12V / 7,2A para garantizar un tiempo de autonomía en caso de corte del suministro eléctrico.

Tras la instalación, se realizará un test de sensibilidad alta en recintos. Las pruebas de funcionamiento y la programación definitiva del equipo se llevarán a cabo una vez que la instalación haya finalizado, se haya verificado que el conexionado del equipo es correcto y que se encuentre totalmente limpia y en las condiciones normales de funcionamiento. Este protocolo de pruebas seguirá el método recogido en la norma *British Standard 6266*⁴² en sus Apéndices A3 y A4 (Ed.1992), en su apartado de ensayos para sistemas de detección de muy alta sensibilidad. Este método es el único válido para probar sistemas de detección humos de incendios de alta sensibilidad en recintos. En los protocolos de pruebas que deben de superar todos y cada uno de los sistemas propuestos una vez instalados y que se recogen en la norma anteriormente citada, se especifica que los sistemas deben de responder de la siguiente manera de acuerdo con el Apéndice A3 y A4:

- Los equipos deben de responder ante el sobrecalentamiento de un cable de 2 m de longitud y 0,078 mm² de sección cuando es sobrecargado con 16A mediante el empleo de un transformador de 220V CA / 6V equipado con temporizador durante un espacio de tiempo de 3 minutos. Se considera que el sistema es satisfactorio si como máximo, a los 5 minutos de haber iniciado el sobrecalentamiento, el sistema alcanza el nivel mínimo necesario para poner en funcionamiento el umbral de alarma más bajo.
- En áreas hiperventiladas, en lugares donde las temperaturas sean muy bajas o bien exista un gran volumen de aire, se podrá emplear un cable de 1 m de las mismas características que el anterior pero durante 1 minuto. Se considera que el sistema es satisfactorio si como máximo, a los 3 minutos de haber iniciado el sobrecalentamiento, el sistema alcanza el nivel mínimo necesario para poner en funcionamiento el umbral de alarma más bajo.
- La principal diferencia entre ambos ensayos es que con este último se alcanzan temperaturas lo suficientemente altas como para que se volatilice prácticamente la totalidad de la cubierta del cable y se desprendan vapores de ácido clorhídrico.

En la Ilustración 66 se muestra el esquema de instalación del sistema de detección de incendios propuesto.

⁴² British Standard 6266, *Código de prácticas para la protección contra el fuego de instalaciones de equipamiento electrónico*.



Son los sistemas que permiten acabar con una situación de fuego dentro de la sala y de este modo, minimizar los efectos del mismo. Estos sistemas se activan por medio de las señales generadas en los sistemas de detección.

Dentro de la gama de nuevos gases inertes para extinción usados en los CPDs, el Novec 1230 C6F12O (SINORIX 1230), es un líquido que no daña el medio ambiente. Reemplaza al gas halón

para su uso como un agente gaseoso de extinción de incendios. El Novec 1230 es un fluido que no daña la capa de ozono y tiene una vida atmosférica de 5 días y un potencial de calentamiento global de 1. Novec 1230 es un material de alto peso molecular, en comparación con la primera generación de agentes halocarbonados. Se trata de un líquido a temperatura ambiente, gasificado después de ser expulsado de un sistema de inundación total. El agente Novec 1230 está almacenado en forma líquida en los recipientes y presurizado a 42 bares de presión por medio de nitrógeno. Inunda totalmente los espacios protegidos al evaporarse instantáneamente durante la descarga, absorbiendo el calor. Es un gas incoloro de olor leve y no conductor de la electricidad efectivo en riesgos eléctricos y en salas de ordenadores. Apto para fuegos de Clase A, materiales sólidos y fuegos de Clase B, productos líquidos inflamables.

La elección del agente extintor está basada en las siguientes premisas:

- Agente inocuo para los equipos a proteger.
- Agente que permita el normal funcionamiento del CPD durante la acción del mismo.
- Agente inocuo con el medio ambiente.
- Agente no incluido en procesos de restricción de uso o eliminación por motivos medioambientales (Protocolo de Montreal, Protocolo de Kioto,...).

Si se instala conjuntamente con una detección precoz, el sistema Novec 1230 suprime un incendio antes de que empiece a propagarse. Una vez suprimido, se evapora rápidamente sin dañar activos valiosos.

Central de incendios

Se instalará una central de incendios desde donde controlar el disparo del sistema de extinción.

La oferta incluye una central de señalización y control con 2 zonas de detección cruzada, marca Aguilera, modelo: AE-PX2 (Ilustración 67⁴³).



Ilustración 67: Central de incendios

⁴³ Ilustración extraída de la página web de Aguilera, www.aguilera.es.

Se incluye como requerimiento de normativa de PCI el suministro e instalación de:

- Letrero indicador óptico-acústico de emergencia para situaciones de incendio, totalmente instalado.
- Pulsador de paro/bloqueo y pulsador de disparo de la extinción conforme EN54-11, totalmente instalado.
- Sirena.

A continuación, en la Ilustración 68, se muestra el plano de diseño propuesto para el PCI descrito en este punto.

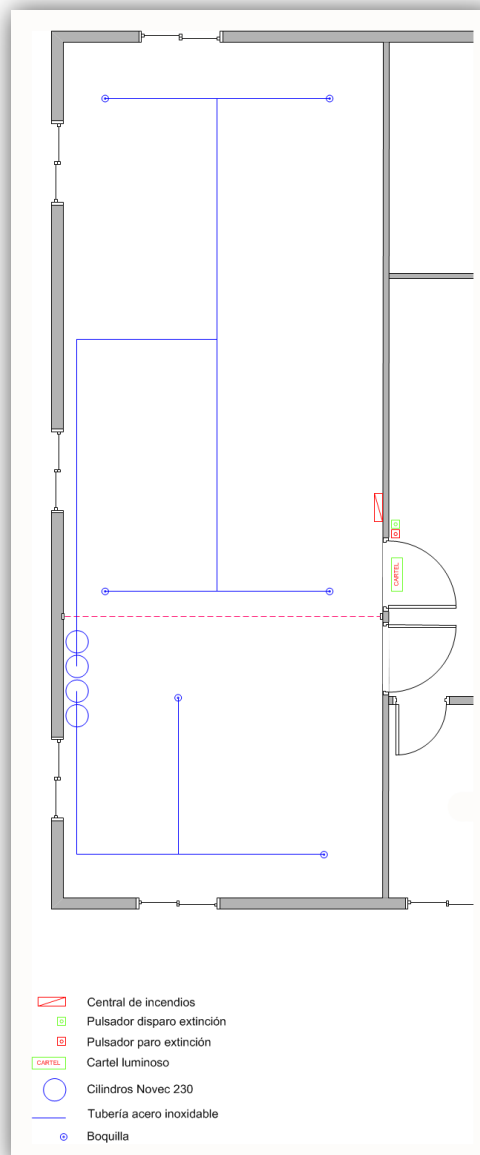


Ilustración 68: Plano sistema extinción de incendios

11.3.5 Armarios *rack*

Se incluye en este apartado la provisión de los armarios *rack* y los accesorios necesarios para:

- El correcto alojamiento de los equipos informáticos.
- La gestión del cableado de los equipos informáticos y de comunicaciones.

Las dimensiones de los armarios son:

- Armario servidores: 8 unidades de 42U x 700 x 1000 mm.
- Armario comunicaciones/cableado: 2 unidades de 42U x 800 x 1000 mm.

Las características principales de los armarios son:

- Color negro.
- Perfiles delanteros y traseros desplazables y provistos de numeración para identificar la posición de los equipos.
- Los *racks* tienen ventilación delantera y trasera por medio de puertas agujereadas.
- Los armarios poseen techo con espacios adaptados al paso de cables con cierres de corredera para ajustar el hueco al mínimo paso de cables. En los techos pueden instalarse unidades de ventiladores.
- Los armarios incluidos en la oferta incluyen paneles ciegos, pasahilos y organizadores de cables necesarios para la correcta y ordenada instalación de los equipos en el CPD.

Existen posibilidades de puertas perforadas, chapa opaca o cristal con sistema de una o doble hoja. También existen múltiples alternativas de cerraduras, desde llave hasta teclados o tarjetas de seguridad.

Se instalarán paneles ciegos de 1U modulares y de instalación sin herramientas en aquellas posiciones del *rack* que no estén ocupadas por equipamiento para prevenir la recirculación del aire (Ilustración 69).



Ilustración 69: Panel ciego

El plano de diseño propuesto para la colocación de los armarios definidos en este punto, se recoge a continuación, en la Ilustración 70.

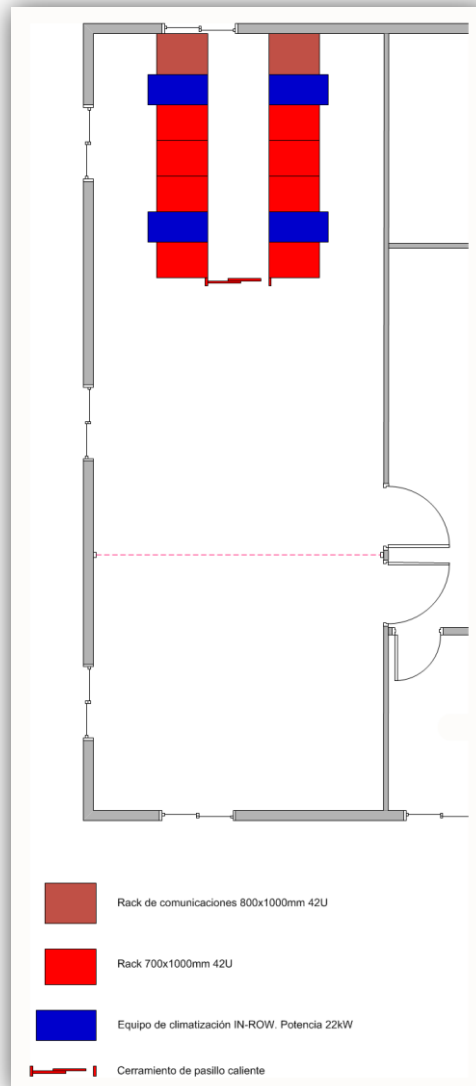


Ilustración 70: Plano racks

11.3.6 Cerramiento de pasillo

Existen diferentes opciones para mejorar la eficiencia de la refrigeración y reducir el consumo energético de los centros de procesamiento de datos.

El aislamiento de pasillo para prevenir la mezcla del aire caliente y frío es un método que puede reducir drásticamente el consumo energético. Puede ahorrar un 20% de los gastos de refrigeración. La energía utilizada en la difusión de aire frío se puede reducir en un 75% implementando un aislamiento de pasillo frío. Con el aislamiento de pasillo, el pasillo se sella de modo que el aire caliente no se mezcle con el aire frío en el CPD. Esto se realiza

normalmente utilizando paneles de techo sobre el pasillo entre *racks* enfrentados e instalando un cerramiento o puertas al final del pasillo, tal como muestra la Ilustración 71.

Se puede realizar como un aislamiento de pasillo frío (*Cold Aisle Containment* o CAC) o como un aislamiento de pasillo caliente (*Hot Aisle Containment* o HAC). La diferencia primordial entre el sistema HAC y CAC es que el sistema HAC intenta contener el aire caliente para asegurar que la temperatura del aire que vuelve a la unidad de refrigeración sea elevada, mientras que el sistema CAC está suministrando aire frío al pasillo desde donde toman el aire refrigerado los equipos. La separación de aire caliente y frío permite refrigerar mayores cargas de calor por *rack*. El aislamiento de pasillo aumenta la capacidad de refrigeración y el rendimiento energético de la unidad de refrigeración, asegurándose de que la temperatura del aire que vuelve a la unidad de refrigeración sea elevada. Si el aire que vuelve a la unidad de refrigeración es más caliente, se aumenta su capacidad para refrigerar el calor generado por el equipo electrónico. Bajo estas condiciones la temperatura del aire frío suministrado estará casi siempre por encima del punto de condensación. Por lo tanto, hay una mínima condensación (enfriamiento latente), lo que supone un ahorro de energía al asignar la mayor parte de la capacidad de refrigeración en disipar el 100% de la carga de calor. El mínimo enfriamiento latente también aumenta el rendimiento energético total debido a que la re-humectación del aire no se realizará tan a menudo.

En la ilustración 71⁴⁴ se muestra el desglose de un cerramiento de pasillo.

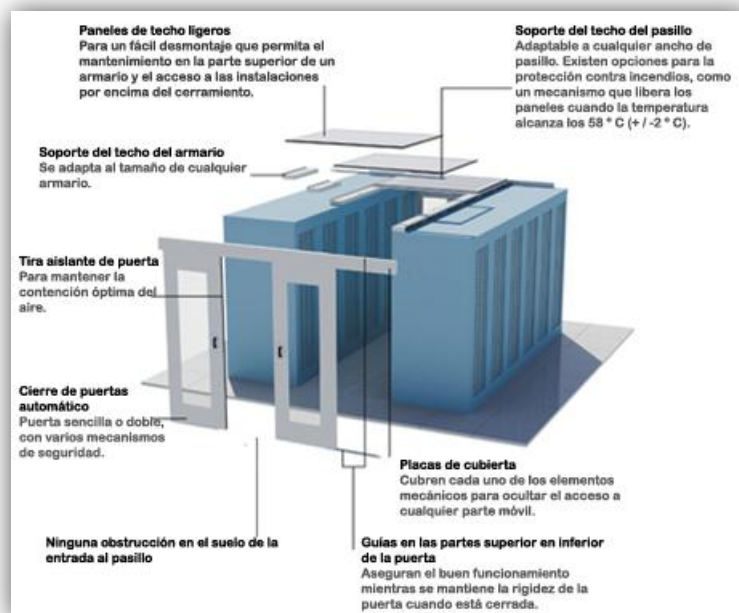


Ilustración 71: Cerramiento de pasillo

⁴⁴ Ilustración extraída de la página web de Daxten, www.daxten.com.

En la presente propuesta se ofrece la solución de sistema de cerramiento de pasillo caliente. El pasillo se constituirá mediante paneles de cerramiento en el techo entre ambas filas de *rack* y los laterales estarán constituidos por dos puertas correderas en el lado correspondiente a la parte central del CPD y por el tabique de la pared en el otro extremo del pasillo.

Los paneles de cerramiento superior serán de material transparente de forma que en el interior del pasillo entre la iluminación del CPD. Se utiliza un material libre de halógenos para mantener la carga térmica lo más baja posible.

El cerramiento de pasillo tiene la posibilidad de ampliaciones futuras en el número de racks del CPD, los elementos se pueden desmontar y trasladar a una nueva posición, alargando el pasillo. Además, los paneles son fácilmente removibles para poder realizar los servicios de mantenimiento necesarios en el CPD.

11.3.7 Cableado de Datos

El objeto es dotar al nuevo CPD del cableado necesario para la interconexión de comunicaciones de los sistemas que se alojarán en su interior, entre ellos y con el nodo central de comunicaciones, según los estándares más exigentes en la actualidad.

La cubierta de todos los cables de cobre y fibra es libre de halógenos con catalogación IEC 60332-1⁴⁵ de propagación de la llama.

11.3.7.1 Cableado horizontal de cobre del nuevo CPD

En este punto, se define la conexión entre los dos armarios de comunicaciones con el resto de armarios.

Las conexiones entre armarios se realizarán mediante un enlace de 24 cables UTP. Desde cada uno de los *racks* de comunicaciones existirá un panel de 24 puertos RJ-45 contra cada armario de sistemas informáticos. Existirá un panel de 24 puertos RJ-45 para la interconexión entre los armarios de comunicaciones en cobre.

Los mazos de cableado de enlaces de cobre entre *racks* se distribuirán por encima de los *racks* a través de una bandeja instalada a tal efecto. Los cableados terminarán en cada extremo en paneles de parcheo de 24 puertos RJ 45 Categoría 6A (que permite conexiones Ethernet hasta de 10G) en cada uno de los armarios, con su correspondiente pasahilos.

El cable UTP cumple con los requerimientos 10 Gigabit Ethernet de la norma IEEE 802.3an⁴⁶, la normativa ISO/IEC 11801⁴⁷ Clase EA y la categoría 6A de la norma ANSI/TIA-568-C.2⁴⁸.

⁴⁵UNE-EN 60332-1-2:2005, es una norma de prueba de propagación vertical para un cable simple, con el uso de un quemador de 1kW, donde se aplica el fuego durante 60 segundos a una muestra de 60 cm de alto (www.anixtersoluciones.com).

Se incluyen en el presupuesto, a petición de ESL, latiguillos UTP categoría 6A para 10GB: 50 unidades de 1m + 50 unidades 3 m.

Se identificará el cableado tanto en los latiguillos de parcheo, como en los paneles y en los extremos del cable UTP horizontal. Cada etiquetación se realizará con identificadores apropiados para cada caso, que serán altamente legibles y que se mantendrán permanentemente sin riesgo de caerse o desvanecerse por el paso del tiempo.

11.3.7.2 Cableado de cobre puntos auxiliares en la instalación

Junto con el cableado anterior, se realizará el cableado de los puntos de red en cobre, para dar servicio a las conexiones de la monitorización de las instalaciones del CPD. Conexiones contra los diferentes equipos/servicios dentro del CPD como pueden ser SAIs, cuadros, cámaras de video vigilancia, etcétera.

11.3.7.3 Cableado horizontal de fibra del nuevo CPD

El cableado de fibra utilizado para las conexiones entre los armarios de comunicaciones y los armarios informáticos será de 4 conexiones (8 fibras).

Para la conexión entre los armarios de comunicaciones y los armarios de sistemas informáticos se realizará una tirada que permita 2 conexiones (tx/rx) desde cada uno de los armarios de comunicaciones hasta los 8 armarios de sistemas informáticos, dando como resultado un total de 16 conexiones (32 fibras) de F.O. desde cada armario de comunicaciones. Las fibras que no sean utilizadas en esas conexiones, se dejarán sin conectorizar.

Para la conexión entre los armarios de comunicaciones del CPD que hará las funciones de interconexión de cableado (pasivo) se empleará un enlace de 24 fibras para proporcionar 12 conexiones (tx/rx).

Los cables de enlaces de fibra multimodo entre racks se distribuirán por encima de los racks a través de una bandeja instalada a tal efecto. La conectorización se realizará mediante *pig-tail* por fusión en campo.

El cableado cumplirá la categoría OM3 50/125, que permite conexiones Ethernet hasta de 10G. Todos los cables ópticos empleados contienen el núcleo de fibra 50/125 de mayor rendimiento

⁴⁶ IEEE 802.3an, estándar publicado en 2006. Proporciona conexiones a 10Gbit/s sobre par trenzado apantallado o sin apantallar, cubriendo distancias de hasta 100 m (www.wikipedia.com).

⁴⁷ ISO/IEC 11801, estándar internacional que especifica las características generales de los sistemas de cableado estructurado disponibles para un amplio rango de aplicaciones, tanto para cableado de cobre como para cableado de fibra óptica (www.wikipedia.com).

⁴⁸ ANSI/TIA-568-C.2 , estándar que define los parámetros del cable de cobre de Categoría 6A para soportar 10Gbit/s en distancias de hasta 100 m (www.flukenetworks.com).

normalizado por ISO/IEC como cableados de fibra óptica OM3. Permite un enlace de 550 metros transmitiendo sobre 10G y disminuyendo notablemente los márgenes de error.

A petición de ESL, se incluyen en la propuesta latiguillos de fibra OM3 LC-LC: 50 unidades de 1 m + 50 unidades 3 m.

Se identificará el cableado tanto en los latiguillos de parcheo, en los paneles y en los extremos del cable multifibra. Cada etiquetación se realizará con identificadores apropiados para cada caso, que serán altamente legibles y que se mantendrán permanentemente sin riesgo de caerse o desvanecerse por el paso del tiempo.

A continuación se recoge en la Ilustración 72 el resumen de las conexiones de cobre y fibra instaladas en el CPD.

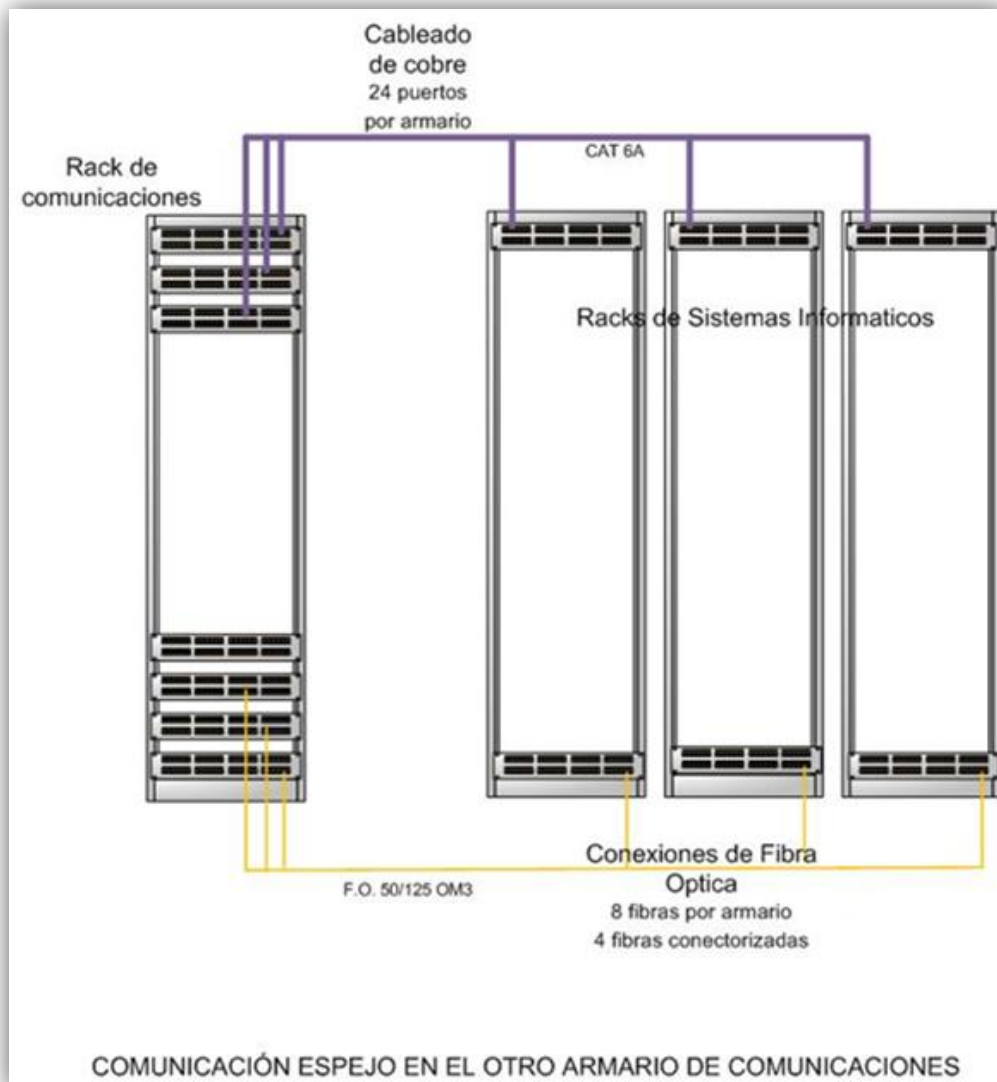


Ilustración 72: Cableado entre *racks* del CPD

La imagen recoge solamente la conexión desde uno de los armarios de comunicaciones a los armarios informáticos (se representan 3, como ejemplo de los 8 ofertados). El otro armario de comunicaciones, es un espejo de este diagrama.

11.3.7.4 Canalización

El tendido se realizará en bandejas instaladas sobre los armarios. Estas bandejas serán de uso exclusivo del cableado informático y discurrirán sin cruces con los sistemas eléctricos de la sala

La canalización estará dimensionada para permitir futuras ampliaciones superiores al 100% del volumen inicial del cableado. Se proveerán bandejas de la máxima anchura y mínima ala para minimizar su impacto visual por encima de los *racks*.

11.3.7.5 Certificación

La instalación será realizada en su totalidad por un instalador autorizado que recibe de forma periódica formación técnica actualizada de los productos ofertados. Una vez finalizada la instalación, se procederá a realizar la certificación de la misma.

Se realizarán pruebas al 100% de los enlaces de la red mediante un escáner caracterizado para el método prueba de enlace permanente con base a la ISO/IEC 11801 de acuerdo a la categoría del cableado instalado. Las pruebas se harán con un medidor certificado y calibrado para pruebas de cableado de mínimo 900 MHz que muestre además del margen de la medición en decibelios (dB) para cada combinación de pares, los siguientes campos:

- Mapeo.
- Longitud.
- Impedancia del canal.
- Atenuación NEXT.
- Atenuación ELFEXT.
- Atenuación ACR.
- Atenuación PSNEXT.
- Atenuación PSELFEXT.
- Atenuación PSACR.
- *Delay Skew*.

Sin excepción, el reporte de prueba realizada a cada enlace deberá mostrar un margen de paso libre en el peor caso no menor a 1dB en enlace permanente.

Los reportes de prueba se imprimirán utilizando el software original del fabricante del escáner y se entregará en formato electrónico.

11.3.8 Seguridad

El objetivo principal de este sistema es garantizar la seguridad del recinto.

Desde los puestos de monitorización será posible monitorizar en tiempo real las cámaras instaladas en el CPD, permitiendo el acceso a múltiples cámaras según la disponibilidad de ancho de banda. Asimismo se podrá acceder al servidor para monitorizar en tiempo real cualquier cámara que se quiera a través de un explorador, siempre que se tenga acceso al servidor y permisos para realizar estas tareas.

A continuación se describen con más detalle las características técnicas del equipamiento propuesto. Los sistemas que componen la solución son:

- Sistema de Control de Accesos para las puertas de entrada al CPD. Se trata de un lector de huella y/o tarjeta, sin *display* ni teclado. Modos de identificación: sólo huella, sólo tarjeta o huella+tarjeta. Almacena 50.000 eventos en memoria. Posibilidad de añadir nuevos usuarios fácilmente.
- Sistema de Videovigilancia IP compuesto por 4 cámaras fijas con foco IR (infrarrojos), con el objetivo de controlar el acceso al CPD y a las zonas de acceso a los racks del cliente.

Sistema de control de acceso

La solución constará de un sistema de control IP ubicado según los requerimientos expresados por el responsable del proyecto. Los sistemas irán conectados por un lado a la red Ethernet y por otro lado a los mecanismos de apertura de las puertas. El sistema posibilita la conexión con los sistemas de monitorización y control, informando de las diferentes alarmas que se pueden producir.

Sistema de video vigilancia

La solución constará de un sistema de cámaras fijas que serán instaladas estratégicamente de cara a asegurar la grabación de cualquier acceso o incidente que se pudiera producir. Estas cámaras llevan integrado un sistema de IR para grabar en la oscuridad y funcionan con distancias de hasta 15 m. El sistema se podrá configurar para que automáticamente envíen las imágenes en vivo de las cámaras al sistema de gestión ante una posible alarma, mostrarnos la grabación 5 segundos antes y 10 segundos después de la alarma.

En este caso, las cámaras se integrarán en el sistema de vídeo vigilancia que ya posee ESL. Para esto sólo es necesario utilizar 4 licencias nuevas (incluidas en el presupuesto) para las 4 cámaras propuestas. Los sistemas ofertados ofrecen la total integración con el resto de los sistemas de monitorización y control.

El sistema de video vigilancia de la solución ofertada está basada en la capacidad de visualización (ver), las ilimitadas posibilidades de grabación (grabar), la integración con

sistemas de entradas y salidas (alertar y actuar) para conformar una solución que resuelve prácticamente todas las necesidades que se puedan plantear. Las características principales de la solución son: accesibilidad remota, integración sencilla y preparada para el futuro, escalabilidad y flexibilidad, rentabilidad de la inversión, inteligencia distribuida, tecnología contrastada.

Cabe destacar que todos los sistemas ofertados están basados en tecnología Ethernet: los controladores que integran el control de accesos y video vigilancia se conectan al servidor, los lectores de huella + tarjeta y las cámaras domo motorizadas se conectarán vía TCP/IP. Esto nos permite tener una configuración distribuida, redundando en la seguridad física de los elementos. Si cayera la comunicación con alguno de los equipos, sólo cae ese equipo en cuestión, y a excepción de las cámaras y lectores, todo es redundante.

Los componentes que se han utilizado en la solución son los que se indican en la Tabla 17:

Código	Descripción	Cant.
Control Accesos		
BIO-LCT-BEPMLOC 	Terminal IP de huella sin <i>display</i> ni teclado para funcionamiento multimodal (huella, tarjeta, huella+tarjeta). Soporta 5.000 usuarios (10.000 huellas). Incorpora lectora Mifare (13,58MHz). Conexión TCP/IP o RS485, salida Wiegand (hasta 64 bits configurables). Guarda 50.000 eventos en memoria. Alimentación a 12V DC.	2
S-40-12	Fuente de alimentación para lector huella.	2
BIO-LCTUSBALT 	Lector escáner para dar de altas huellas. Conexión USB.	1
Video Vigilancia		
Axis-M1144-L 	Funcionalidad día/noche. Cubre distancia de hasta 15 m. 1 MP/HDTV 720p. Lente Varifocal 2.5 - 6 mm. Tarjeta de memoria MicroSD/MicroSDHC para almacenamiento local. Soporte E/S.	4

	<p>Digital PTZ para optimización del ángulo de visión.</p> <p>Contador de píxeles para verificar la resolución.</p> <p>Sistema AXIS Video Hosting.</p> <p>Soporte ONVIF para interoperabilidad.</p> <p>IR LEDs altamente eficientes y de larga vida.</p> <p>Iluminación IR LED ajustable.</p> <p>Iluminación automática.</p> <p>Iluminación IR con longitud de onda de 850nm.</p> <p><i>Power over Ethernet (PoE).</i></p>	
	Adaptador PoE de puertos MIDSPAN 10/100/1000 Mbps 802.3AF	4

Tabla 17: Solución de Control de Accesos y Video Vigilancia

Para el correcto funcionamiento de la solución de control de acceso, al igual que el sistema de monitorización, será necesario un servidor físico o virtualizado con las siguientes características:

- Procesador: Dual *Core* 2.13GHz o superior—Quad *Core* 2.0Ghz recomendado.
- RAM: 2GB—4GB recomendado.
- Disco Duro: 4GB libres (aunque dependerá del tamaño de la base de datos).
- Tarjeta de red Gigabit Ethernet.
- Unidad de CD ROM.
- Resolución de pantalla: 1024 x 768 píxeles.
- Sistema Operativo: Windows Server 2003 (SP2) o 2008.
- *Internet Information Services (IIS)* v6.

Como se ha comentado anteriormente, el servidor no se encuentra incluido en la oferta.

A continuación, se pasa a describir en más detalle las soluciones propuestas.

La solución de video vigilancia, a nivel de red, se realizará mediante la conexión de las diferentes cámaras a la red Ethernet del CPD. La alimentación de las cámaras se realizará a través del cableado Ethernet, directamente desde el switch (si tiene capacidad PoE) o a través de MidSpan (si el switch no es PoE). En la Ilustración 73 se muestra un esquema básico de video vigilancia.

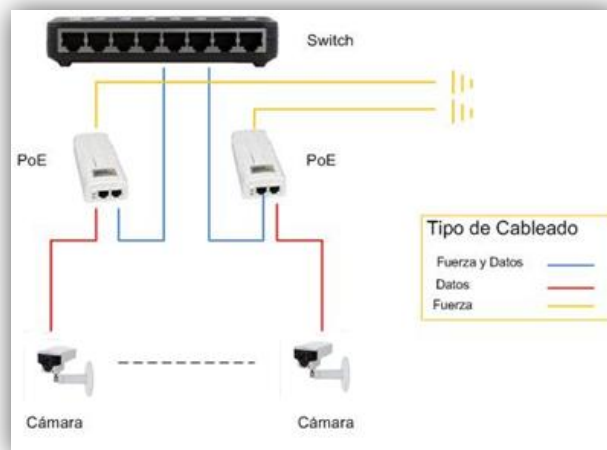


Ilustración 73: Esquema básico de la solución de video vigilancia

En la Ilustración 74 se muestra un gráfico de donde se ubicaran las cámaras dentro del CPD:

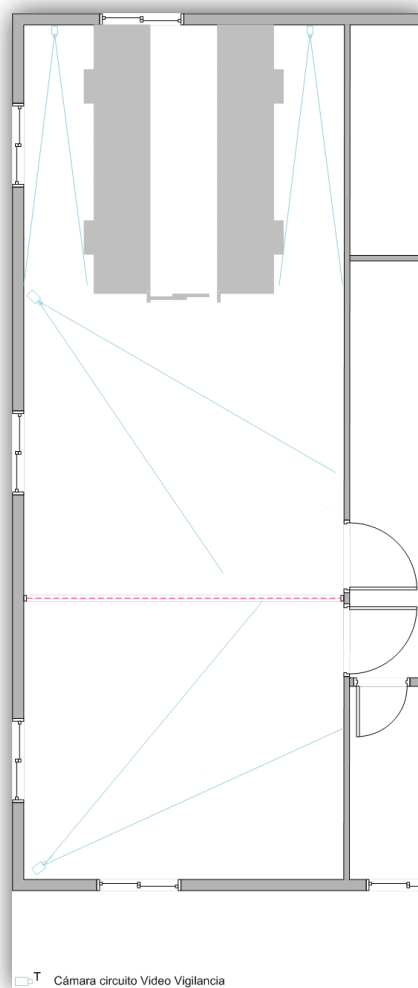


Ilustración 74: Plano circuito video vigilancia

Al igual que la solución de video vigilancia, el control de acceso se realiza mediante conexiones Ethernet. Los dispositivos se encontrarán situados cada una de las puertas, y desde esta localización gobernarán el acceso al CPD.

A continuación, en la Ilustración 75, se muestra un esquema de conexionado del control de acceso:

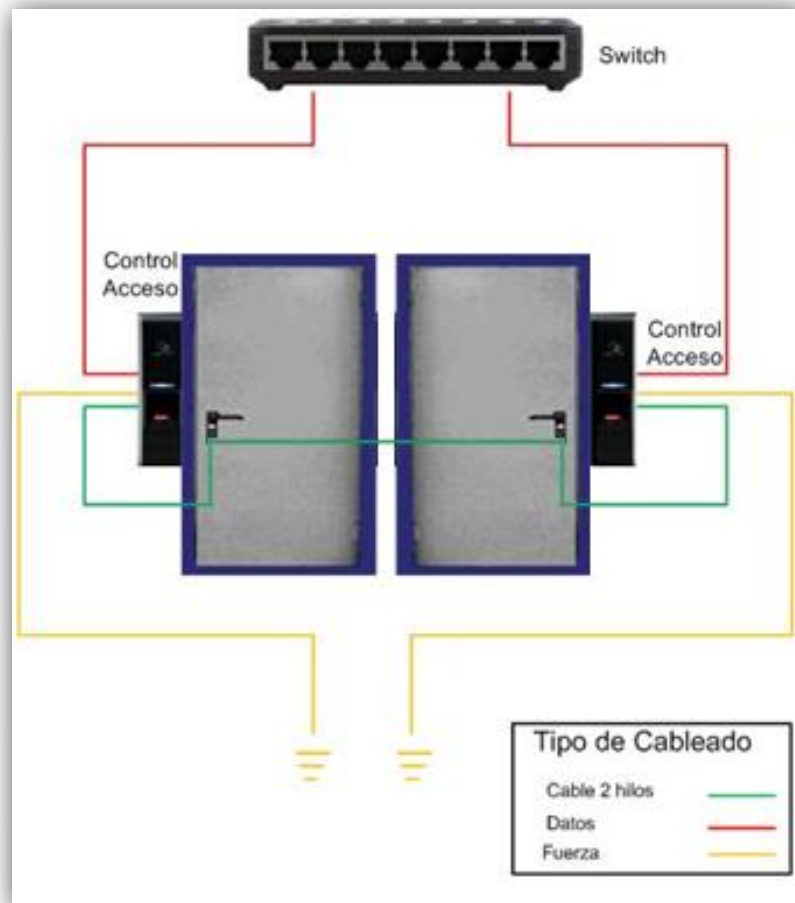


Ilustración 75: Esquema control de accesos

11.3.9 Sistema de monitorización y supervisión de las instalaciones

El equipamiento ofertado permite dotar a la instalación del CPD de un sistema de monitorización ambiental y supervisión de instalaciones.

Los productos de monitorización ambiental permiten comprobar activamente las condiciones en el *rack* de sala de servidores o en cualquier otro elemento que tenga necesidad de proteger los activos críticos. Algunas de las condiciones que se pueden llegar a comprobar incluyen temperaturas, humedad, picos de tensión y sobretensiones, fugas de agua y humo. Con la

adecuada monitorización del entorno, se podrá estar alerta a las condiciones que podrían tener un efecto adverso en los equipos de misión crítica.

La monitorización ambiental consiste en tres principales elementos: una unidad de base, las sondas o sensores, y la conectividad de red.

El sistema de monitorización ambiental y de supervisión propuesto se conectará a la red Ethernet y será accesible vía IP. Se encontrará dentro del CPD y a él se conectarán sondas de temperatura y humedad, que serán distribuidas dentro del CPD para obtener información de estado. Las sondas de derrame serán colocadas bajo las máquinas de clima y en el acceso desde el exterior para las canalizaciones, para la detección de pérdidas de agua que pudieran provocar inundaciones. Permite la posibilidad de crecimiento a través del incremento de las conexiones de contactos secos.

En la Ilustración 76 se muestra un esquema de la solución propuesta para el CPD:

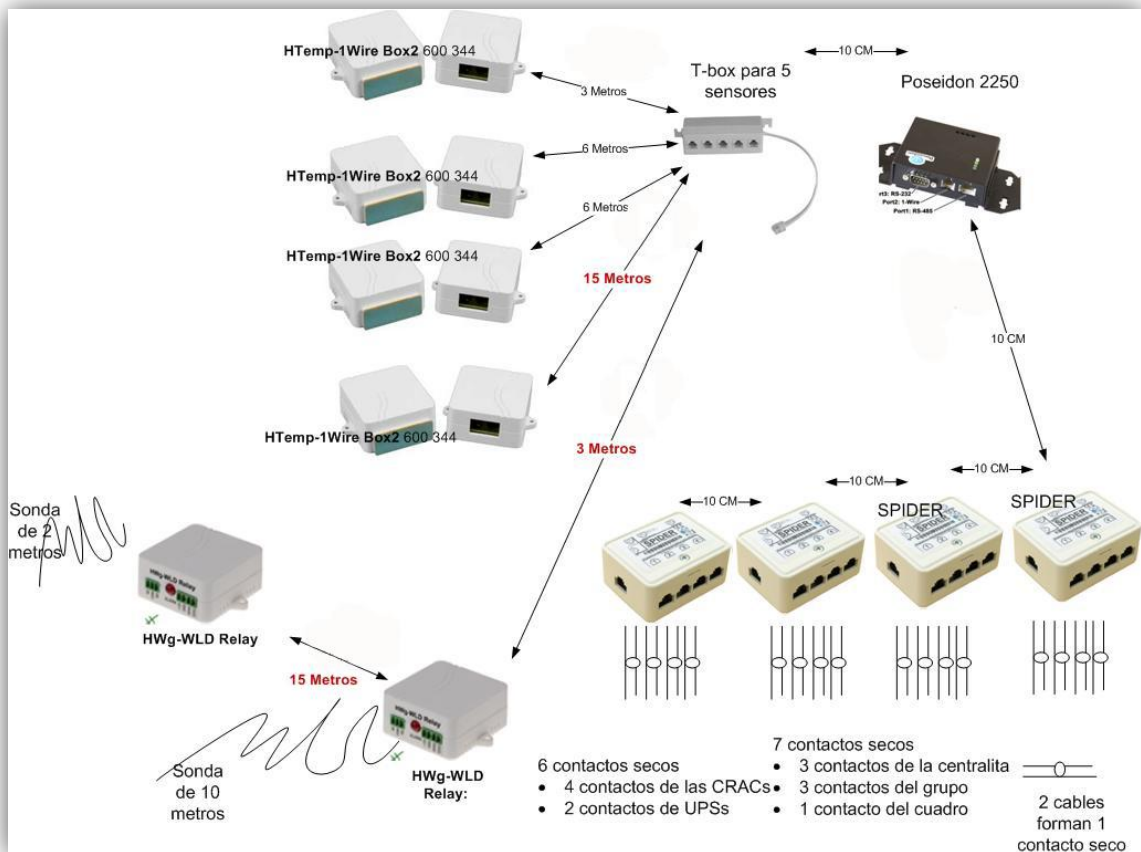


Ilustración 76: Esquema solución de monitorización

Está formada por un dispositivo, Poseidon 2250, que dispone de las siguientes entradas para sondas: 1xRJ-45, 1xRJ-11 y 2 contactos secos (4 entradas para cable). Mediante los dispositivos denominados Spider aumentamos el número de contactos secos. Cada uno tiene 4 puertos RJ-11 para ello. Dichos dispositivos irán conectados unos con otros a un bus RS-485 a través de

puertos RJ-45. Para poder conectar los sensores de temperatura (4 unidades)/derrame (2 unidades) se emplea un *hub* (T-box) de 5 puertos RJ-11, que se conectará al Poseidon a través del puerto RJ-11 de este último. Se emplearán 2 sondas de derrame, una de 2 m (para la zona por donde entrar las canalizaciones exteriores al CPD, por si se produjese alguna filtración) y otra de 10 m (para cubrir la zona bajo los *racks*) cada una de ellas conectada a un sensor. Cada sensor de temperatura se conecta a un puerto del T-box. Todo el cableado de la solución será UTP Cat. 6A.

En la Ilustración 77 se puede ver el plano de la distribución de los sensores y sondas propuesto para el CPD.

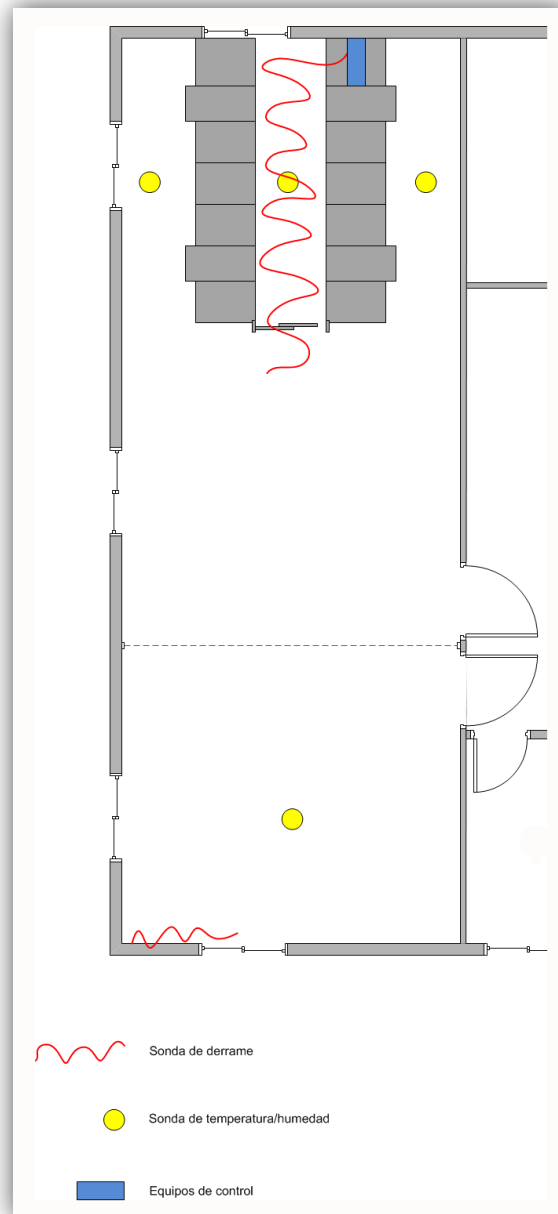


Ilustración 77: Plano monitorización

A continuación (Tabla 18) se describen los ítems y el número de unidades incluidos en la oferta (la marca de los equipos será igual o similar a la indicada en el presente documento):

Código	Descripción	Cant.
Monitorización		
Poseidon 2250	Central de monitorización. Registra los valores de hasta 40 sondas (RS-485, contactos secos, temperatura, voltaje, etc.). Monitorización a través de IP (Web, SNMP, Modbus/TCP) y envía las alertas de los valores fuera del rango (E-mail, SNMP trap, SMS a través de GSM).	1
T-box	Módulo diseñado para conectar sensores sobre un <i>bus</i> de un cable a la central Poseidon. Permite la conexión de hasta 5 sensores mediante RJ-11.	1
Sondas de temperatura/humedad	4	6
Sonda de inundación	2	
Spider	Conecta 4 contactos secos a la central Poseidon.	4

Tabla 18: Sistema de monitorización

11.3.10 Electrónica de red

11.3.10.1 Switch Cisco Catalyst 6506-E

Los conmutadores propuestos para la solución son switches modulares Cisco Catalyst 6506-E. Estos conmutadores se han elegido por cumplir con todos los requisitos requeridos por ESL. Se trata de una plataforma altamente escalable con un gran rendimiento de conmutación multicapa y con capacidad para altas densidades de puertos Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, así como 10 Gigabit Ethernet.

La Ilustración 78 muestra el conmutador propuesto:



Ilustración 78: Catalyst 6506-E

Las características principales de estos equipos son las siguientes:

- Ventilación y doble fuente de alimentación redundante de 3000W.
- Tienen 6 ranuras para la inserción de diferentes módulos adicionales.
- Cada equipo llevará doble tarjeta supervisora y quedarán 4 ranuras para la instalación de módulos de puertos.
- Las características de la tarjeta supervisora 2T-10G, cuya imagen puede verse en la Ilustración 79, son:



Ilustración 79: Supervisora 2T-10G

- Puertos *uplink*:
 - Dos puertos 10 Gigabit Ethernet con conectores X2, ideales para áreas de acceso de alta densidad
 - Tres puertos 1 Gigabit Ethernet *Small Form Pluggable* (SFP).
 - Un Puerto 10/100/1000 RJ-45 para flexibilidad adicional.

- Hasta 128.000 direcciones MAC.
- Enrutamiento hasta 720 Mpps (IPv4) con 256.000 rutas.
- Enrutamiento hasta 395 Mpps (IPv6) con 128.000 rutas.
- Aplicaciones mejoradas tales como *Layer 2 and Layer 3 Multiprotocol Label Switching* (MPLS⁴⁹), *Virtual Private Networks* (VPN⁵⁰) y *Virtual Private LAN Service* (VPLS⁵¹).
- Componentes internos:
 - PFC4: La supervisora 2T integra la tarjeta PFC4, que soporta el re-envío de tramas de capa 2 y capa 3, QoS, Netflow y ACLs.
 - MSFC5: La supervisora 2T ofrece la tarjeta MSFC5, que proporciona protocolos de nivel 2 y 3 (*spanning tree*, *VTP*) y servicios de seguridad.
- Ancho de banda de hasta 80 Gbps por ranura.
- Soporte del estándar IPv6.
- Llevarán cargada la versión de IOS (*Internetwork Operating System*) apropiada para las funcionalidades requeridas.
- Conmutador multicapa con capacidad de conmutación de hasta 400 Mpps por sistema, para nivel 2, 3 y 4.
- Soporte de protocolos de enrutamiento IP: RIP, OSPF, EIGRP, BGP, IGRP, IS-IS.
- Posibilidad de convivir con VPNs, Firewalls y Sondas de detección de intrusos.
- VLAN *trunking* y *tagging*: IEEE 802.1Q.
- Soporta hasta 4096 VLANs.
- Soporta los siguientes estándares:
 - IEEE 802.3: Ethernet 10Base-T.
 - IEEE 802.3u: Fast Ethernet 100BaseTX, 100BaseFX.

⁴⁹ MPLS es un mecanismo empleado en redes de alto rendimiento que dirige los datos entre los nodos de una red mediante etiquetas de ruta en vez de direcciones IP, evitando las consultas a la tabla de enrutamiento. Las etiquetas identifican enlaces virtuales entre nodos distantes en lugar de entre extremos finales [\[Wik12g\]](#).

⁵⁰ VPN es una conexión virtual punto a punto mediante el uso de conexiones dedicadas y encriptación, del mismo modo que si se tratase de redes privadas a través de la red pública o Internet [\[Wik12h\]](#).

⁵¹ VPLS es una tecnología VPN que permite conectividad multipunto en redes IP/MPLS [\[Wik12i\]](#).

- IEEE 802.3z: Gigabit Ethernet 1000BaseSX, 1000BaseLX-LH, 1000Base-ZX.
- IEEE 802.3ab: Gigabit Ethernet 1000BaseT.
- IEEE 802.3ae: 10 Gigabit Ethernet.
- IEEE 802.3ad: Agregación de ancho de banda (hasta 64 *EtherChannels*⁵²).
- IEEE 802.3x: control de flujo en todos los puertos.
- IEEE 802.1p: protocolo de Clases de Servicio (CoS) y priorización.
- IEEE 802.1D: *Spanning Tree Protocol* (STP).
- IEEE 802.1w: *Rapid Spanning Tree Protocol* (RSTP).
- *Spanning Tree* por VLAN (PVST).
- IEEE 802.1s: *Multiple Spanning Tree* (MSTP).
- IEEE 802.1Q: VLAN *trunking* y *tagging*.
- IEEE 802.1x: Seguridad.
- IEEE 802.3af: *Power over Ethernet* (PoE).
- Gestión SNMPv3 y posibilidad de Mini-RMON (históricos, eventos, alarmas y estadísticas) en todos los puertos.
- Soporte de listas de acceso (ACL) en todos los puertos para seguridad.
- Soporte de servicios QoS en todos los puertos.
- Eliminación de Broadcast y Multicast.
- Soporta políticas de reserva de ancho de banda por usuario o puerto, aplicaciones y tipo de tráfico.
- Los módulos de puertos se pueden cambiar en caliente
- Estos equipos tienen la capacidad de tratar voz sobre IP.

11.3.10.2 Tarjeta de 8 puertos 10G

Cada conmutador llevará instalada una tarjeta de 8 puertos 10G (WS-X6908-10G-2T), lo que supondrá un total de 16 puertos 10G, que más los 2 puertos 10G de cada supervisora, proporcionando un total de 20 puertos 10G.

⁵² Es una tecnología propietaria de Cisco que se emplea para unir varios enlaces Ethernet físicos y convertirlos en uno lógico, para lograr tolerancia a fallos y enlaces de alta velocidad entre switches, routers y servidores [\[Wik12j\]](#).

Las características principales de esta tarjeta (Ilustración 80) son las siguientes:

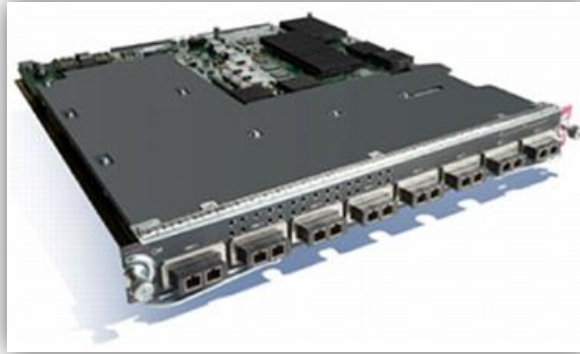


Ilustración 80: Tarjeta de 8 puertos 10G

- Se emplea para conexionado de alta capacidad a nivel de *Core*, aplicaciones switch a switch y servidores.
- Posee 8 ranuras para la instalación de módulos X2 10Gbps.
- Los interfaces soportados son: 10GBase-SR, 10GBase-LRM, 10GBase-ER, 10GBase-ZR, 10GBase-LX4, 10GBase-CX4 y 10GBase-CU.
- Estándares soportados: IEEE 802.1d, IEEE 802.1p, IEEE 802.1q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3ae, IEEE 802.3aq, IEEE 802.3an.
- Soporta tramas tipo Jumbo L2-4 (hasta 9.216 bytes).

Los puertos de estas tarjetas se emplean para las conexiones a 10 Gbps con cada switch de acceso instalado en los 8 *racks* de servidores.

11.3.10.3 Tarjeta de 48 puertos 1G

Cada conmutador llevará instalada una tarjeta de 48 puertos Gigabit Ethernet (WS-X6848-TX-2T).

Las características principales de esta tarjeta (Ilustración 81) son las siguientes:



Ilustración 81: Tarjeta de 48 puertos RJ-45

- Posee 48 puertos RJ-45 a velocidad de 1 Gigabit Ethernet en cobre.
- Compatible con la tarjeta supervisora 2T.
- Equipada con la tarjeta DFC4, que proporciona rendimiento óptimo de hasta 60 Mpps para nivel 2, IPv4 y MPLS y 30 Mpps para IPv6.
- Estándares soportados: IEEE 802.1d, IEEE 802.1p, IEEE 802.1q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad.
- Soporta tramas tipo Jumbo L2-4 (hasta 9.216 bytes).

Los puertos de esta tarjeta se emplean para las conexiones del equipamiento de videovigilancia y monitorización.

11.3.10.4 Conectores tipo X2

Para las conexiones de puertos 10G serán necesarios los conectores X2-10GB-SR de alta densidad que se describen a continuación (Ilustración 82):



Ilustración 82: Conectores X2

Dichos conectores tienen las siguientes características:

- Se instalarán en los puertos 10G de las tarjetas supervisoras y en las tarjetas de 8 puertos 10G.
- Compatibles con las especificaciones IEEE 802.3ae.
- Funciona en fibra óptica multimodo (MMF).
- Longitud de onda: 850 nm.
- Cobertura de enlace: hasta 300 m.
- El tipo de conector es SC.

11.4 Documentación técnica del proyecto

A continuación se describe la documentación que se elaborará y entregará a ESL durante el ciclo de vida del proyecto.

Cada quince días se realizará una reunión de seguimiento y se elaborará y entregará un informe de seguimiento de la instalación que incluirá la siguiente información:

- Fechas y estado de entrega del material.
- Avance de la ejecución de los trabajos y previsiones futuras.
- Revisión de la planificación de la ejecución de cada uno de los sistemas a instalar.
- Listado de incidencias y acciones a realizar durante la ejecución del proyecto.

Tras la ejecución de todas las instalaciones y antes del cierre del proyecto, se entregará a ESL la documentación final de la instalación, en la cual se incluirá:

- Memoria técnica de la instalación con la descripción de cada uno de los subsistemas instalados.
- Medidas de contingencia contempladas.
- Esquemas generales de todos los subsistemas instalados.
- Planos detallados de cada uno de los subsistemas instalados.
- Inventario y manuales de todo el equipamiento suministrado e instalado. Se incluirá la siguiente información de cada equipo: número de serie, fabricante y modelo.
- Documentación de las configuraciones y parametrizaciones de cada uno de los subsistemas.
- Documentación del plan de garantía (garantía de fabricante de los equipos instalados y mantenimiento preventivo y correctivo a realizar).

11.5 Legalización de instalaciones

Se realizará el registro en Industria de las instalaciones que componen las infraestructuras del CPD. Para ello, un técnico competente redactará el proyecto y se tramitará el correspondiente certificado final de obra, se emitirán los dictámenes de instalación eléctrica de baja tensión, la inscripción en el registro de Instalaciones Frigoríficas según el modelo: 190F1 de la Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid y se emitirá el Certificado de dirección y terminación de obra de instalación de protección contra incendios.

11.6 Verificación de campos eléctricos

En este punto se recoge la propuesta de verificación de campos eléctricos de baja frecuencia y magnéticos.

La oferta recoge la verificación del cumplimiento normativo en lo referente a la emisión de campos eléctricos de baja frecuencia y magnéticos que se pudieran generar en el exterior del CPD durante su normal funcionamiento.

Los trabajos se realizarán por un organismo independiente que emitirá un informe con los resultados de las mediciones y las recomendaciones, si procede, a realizar en la instalación. Estas verificaciones se realizarán en el exterior del CPD (salas contiguas con ocupación de personas con el CPD a pleno rendimiento y una vez concluidos los trabajos de construcción del mismo.

11.7 Servicios de Garantía y Mantenimiento

11.7.1 Garantía

Durante el plazo de garantía (1 año) se sustituirán o repararán todos los elementos de la instalación que sufran averías no imputables al mal uso.

El servicio incluirá: desplazamiento, mano de obra, componentes de repuesto y elementos consumibles.

Niveles de servicio

Servicio de garantía correctiva: actuación frente una avería o incidencia con el objeto de restablecer el servicio dentro de los niveles de calidad exigidos.

- El servicio de garantía correctiva se presta en 8x5 (horario laboral).
- El tiempo de respuesta máximo de presencia *in situ* para averías graves es de 8 horas laborables.

Esta garantía incluye un servicio de tele-asistencia (telefónica, correo electrónico, Internet), cubriéndose al menos la jornada laboral habitual.

Todas las reparaciones se realizarán *in-situ*, bien por reparación del componente, cuando no comporte disminución de la fiabilidad ni de las prestaciones, bien por sustitución del componente averiado. La garantía no cubre los equipos, instalación o software que haya sido manipulado por ESL, ya sea de forma voluntaria o involuntaria. La aplicación de la garantía exime de responsabilidad al licitante por causas de fuerza mayor como disturbios o catástrofes naturales, incorrecta manipulación del cliente o de terceros, maltrato de los equipos, tormentas y rayos.

El presente contrato no asegura contra la tentativa o la comisión de actos delictivos en los locales objeto del presente mantenimiento por lo que el licitante no será responsable directo, indirecto o subsidiario de los posibles daños causados a las personas o a los bienes por la comisión de dichos actos, ni tampoco podrá imputársele responsabilidad alguna de caso fortuito, fuerza mayor u otros de similar significación.

11.7.2 Mantenimiento preventivo

Durante el plazo de garantía se realizarán visitas periódicas de mantenimiento preventivo que aseguren la continuidad del servicio ofrecido por dichas instalaciones.

Niveles de servicio

Servicio de mantenimiento preventivo: actuación de revisión a las instalaciones para prevenir incidencias en el CPD.

- El servicio de visitas preventivas anuales será de: 2 visitas para los sistemas eléctricos, climatización y el sistema contra incendios (en horario laboral).

11.7.2.1 Instalación eléctrica

Se planificarán dos visitas anuales de mantenimiento preventivo para la instalación eléctrica.

Cuadros

- Inspección visual de las instalaciones.
- Apriete de bornas.
- Medición de las diferentes magnitudes del suministro eléctrico.
- Comprobación de la red de tierras y de sus conexiones.
- Verificación de desequilibrios.

Grupo

- Comprobación visual del estado.
- Revisión del estado de elementos mecánicos y eléctricos.
- Realización de prueba de arranque.
- Comprobación del suministro eléctrico.
- Verificación de batería.
- Verificación de niveles.

SAI

- Comprobación visual del estado.

- Comprobación de los parámetros de funcionamiento.
- Revisión del estado de las baterías.
- Realización de conmutación manual del SAI.
- Comprobación de la conmutación automática del by-pass.

11.7.2.2 Climatización

Se planificarán dos visitas anuales de mantenimiento preventivo.

- Limpieza o sustitución de filtros de aire.
- Comprobar consumo.
- Comprobar que los ventiladores giran libre y suavemente.
- Comprobar el nivel del ruido.
- Comprobar el engrase o lubricación y el desgaste rodamientos y cojinetes.
- Comprobación de holguras anormales en los ejes.
- Comprobación de vibraciones y estado de los anclajes.
- Verificar que el evaporador está limpio y el aire circula libremente.
- Asegurarse que no se forma escarcha en el evaporador.
- Verificar que el condensador está limpio y el aire (agua) circula.
- Comprobar los parámetros, presiones y temperaturas.

11.7.2.3 Sistema de Protección contra Incendios

Se planificarán dos visitas anuales de mantenimiento preventivo.

Extinción

- Verificación de los componentes del sistema, especialmente los dispositivos de disparo y alarma.
- Comprobación de que las boquillas del agente extintor o rociadores estén en buen estado y libres de obstáculos para su correcto funcionamiento.
- Comprobación del estado de carga.
- Comprobación de los circuitos de señalización, pilotos,..., en los sistemas con indicadores de control.
- Comprobación del estado del agente extintor.

Detección

- Comprobación del funcionamiento de los detectores.

- Comprobación del funcionamiento de los pulsadores.
- Comprobación del funcionamiento de los actuadores de disparo de la extinción.

11.7.3 Mantenimiento Electrónica de red de *Core*

El período de garantía será de 12 meses para el hardware y para el software a contar desde la fecha de instalación de los productos. Se prestará soporte 8x5xNBD para los dos conmutadores Catalyst 6506-E durante el tiempo de garantía.

Las condiciones de mantenimiento durante este período serán las siguientes:

- El tiempo máximo de respuesta, entendiendo como tal el tiempo que transcurre desde la comunicación de la avería hasta la visita del técnico al lugar donde se encuentra instalado el equipo, será de 4 horas.
- El tiempo máximo de reparación de avería, entendiendo como tal el tiempo que transcurre desde la comunicación de la avería hasta la resolución de la misma, será de un día laborable (NBD). Las reparaciones de las averías se realizarán “in situ”.
- El horario de servicio o franja horaria diaria en que el adjudicatario estará en disposición de recibir una comunicación de avería y de acometerla será de Lunes a Viernes, de 9:00 a 18:00 horas.

Se garantiza la provisión y disponibilidad de cualquier clase de repuesto necesario para el mantenimiento del equipamiento objeto del presente contrato. Los elementos que deban ser sustituidos lo serán por repuestos originales.

Capítulo 12 Plan de proyecto y oferta económica

12.1 Plan de proyecto

Arranque de Proyecto

Una vez confirmada la adjudicación del contrato, tendrá lugar una reunión que servirá de arranque del proyecto y en la que se concretará el calendario y los posibles condicionantes externos a tener en cuenta en la ejecución del proyecto.

Replanteo de obra

Durante esta fase, en coordinación con los responsables, se efectuará la revisión pormenorizada de todos los detalles relativos al proyecto, dando cabida a aquellas modificaciones o variantes que desde la presentación de esta propuesta hasta el comienzo de la implantación puedan tener lugar.

Se visitarán las instalaciones para conocer de primera mano los detalles, condicionantes y el emplazamiento de los equipos a instalar.

Revisión de la planificación

Se realizará una revisión pormenorizada de la planificación del proyecto teniendo en cuenta el replanteo de obra y los posibles nuevos condicionantes externos.

Acopio de materiales

Se realizará el acopio de todos los materiales y equipamiento de los fabricantes correspondientes necesarios para la ejecución del proyecto. Algunos equipos presentan plazos de entrega largos.

Se realizará la coordinación en la entrega de equipamiento con el proveedor que realice el suministro de material y asegurará que se cumplen los plazos de entrega establecidos.

Instalación de Obra Civil

En esta tarea se realizarán los siguientes trabajos:

- Demolición y vaciado de la sala.
- Instalación cerramiento de pared en ventanas.
- Adecuación techo.
- Instalación suelo.

- Colocación de puertas.
- Canalizaciones y pasos de instalaciones a través de paredes.
- Pintura de la sala.
- Limpieza de la sala.

Instalación del Sistema de Electricidad

En esta tarea se realizarán los siguientes trabajos:

- Estudio de instalación eléctrica.
- Confección de cuadros.
- Instalación de cuadros.
- Instalación de canalizaciones.
- Instalación de Grupo.
- Instalación de SAI.
- Instalación de circuitos eléctricos y conexionado.
- Instalación de luminarias.
- Puesta en marcha y pruebas.

Instalación del Sistema de Climatización

En esta tarea se realizarán los siguientes trabajos:

- Estudio de ubicación de máquinas definitivo.
- Instalación de tuberías.
- Instalación de unidades exteriores.
- Instalaciones de climatizadoras interiores.
- Conexionado.
- Puesta en marcha y pruebas.

Para una fácil comprensión de la planificación de clima, se ha reflejado la instalación de las máquinas interiores a la vez que las máquinas exteriores, pero cabe destacar que la instalación de las climatizadoras interiores se realizará a la vez que los armarios de servidores y comunicaciones, ya que los CRAC se integran con los armarios y con el cerramiento de pasillo.

Instalación del Sistema de Protección Contra Incendios

En esta tarea se realizarán los siguientes trabajos:

- Instalación de sistema de Detección.

- Instalación de sistema de Extinción.
- Puesta en marcha y pruebas.

Instalación de Racks y Cerramiento de Pasillo

En esta tarea se instalarán y colocarán los armarios en la sala según la disposición acordada con el cliente y dependiendo de la instalación de cableado y de clima.

Una vez instalados los armarios, se instalará el cerramiento de pasillo.

Instalación de Canalizaciones y Cableado

En esta tarea se realizarán los siguientes trabajos:

- Instalación de cableado de datos de cobre.
- Instalación de cableado de datos de fibra.
- Certificación de cableado y pruebas.

Instalación del Sistema de Seguridad

En esta tarea se realizarán los siguientes trabajos:

- Instalación de cámaras CCTV.
- Instalación de controles de acceso.
- Programación, puesta en marcha y pruebas.

Instalación del Sistema de Monitorización

En esta tarea se realizarán los siguientes trabajos:

- Instalación de sondas.
- Instalación la unidad gestora y conexionado de sondas y equipos.
- Parametrización herramienta de gestión.
- Pruebas.

Configuración e instalación de los conmutadores de Core

En esta tarea se configurarán los dos conmutadores suministrados para el el *Core* del CPD siguiendo directrices de ESL. Posteriormente, se instalarán en los armarios *rack* de comunicaciones.

Documentación final de proyecto

Se elaborará y entregará la documentación final del proyecto.

12.1.1 Diagrama de Gantt

En el presente apartado se describe la propuesta de Plan de Proyecto para la ejecución del mismo.

Basándonos en los requerimientos de ESL y en las características técnicas propias de las tecnologías empleadas, se propone un plan con las fases y estimación de tiempos reflejados en el diagrama de Gantt adjunto (las fechas recogidas en el diagrama deberán ser corregidas al comienzo de los trabajos).

Es importante destacar que mi labor en este proyecto se ha centrado en la fase de pre-venta, es decir, la anterior a todas y cada una de las tareas que aparecen en el diagrama que se muestra a continuación. Dicha fase comprende todo el proceso de elaboración de la oferta:

- Lectura y comprensión del pliego de prescripciones técnicas.
- Reuniones con el cliente para aclarar las dudas que pudieran surgir tras la lectura del pliego y propuesta de soluciones y alternativas.
- Toma de decisiones de la solución a ofertar.
- Contacto con proveedores para la obtención de los mejores precios.
- Elaboración de la oferta técnica y económica a presentar al cliente en los plazos establecidos.

Tras la adjudicación del proyecto, mi labor se centra en visitas periódicas al cliente para supervisar que los trabajos se están realizando adecuadamente y, en caso de requerirse la configuración de equipos de comunicaciones, colaborar con los técnicos especialistas en dicha tarea.

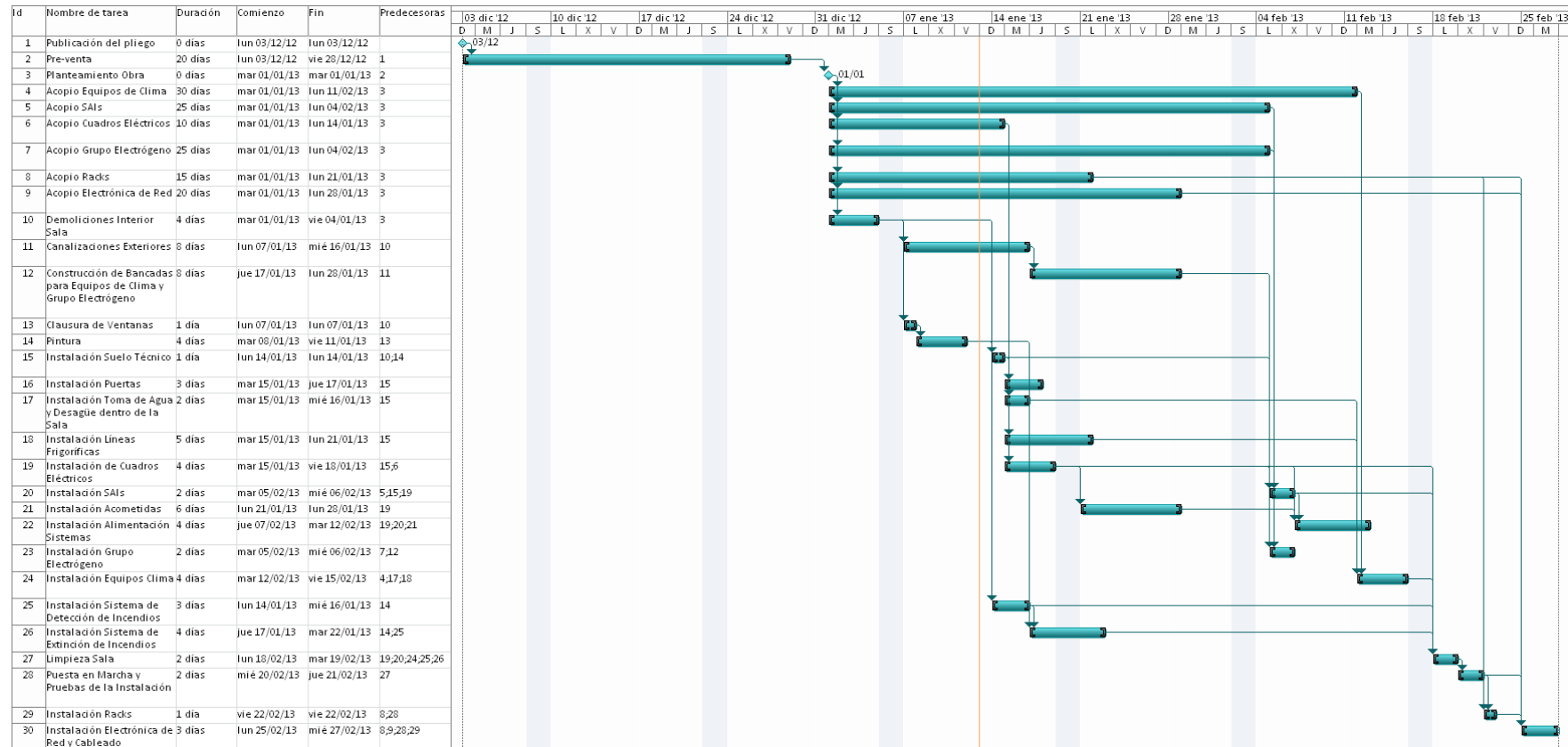


Ilustración 83: Diagrama de Gantt

12.2 Oferta económica

A continuación se incluye la oferta económica total del proyecto de construcción del CPD de la empresa ficticia ESL. El desglose de cada una de las partidas se adjunta en el Anexo I.



**UNIVERSIDAD CARLOS III DE
MADRID**
Escuela Politécnica Superior

PRESUPUESTO DE PROYECTO

	Uds.	COSTE TOTAL	PVP TOTAL	MARGEN
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	1	58.755,28 €	69.123,86 €	15,00%
ELECTRICIDAD	1	93.241,23 €	109.695,56 €	15,00%
REFRIGERACION	1	68.723,16 €	80.850,78 €	15,00%
PROTECCION CONTRA INCENDIOS	1	12.018,38 €	14.139,27 €	15,00%
RACKS y PDUs	1	26.236,30 €	30.866,23 €	15,00%
CABLEADO	1	14.954,60 €	17.593,65 €	15,00%
SEGURIDAD	1	3.885,88 €	4.571,62 €	15,00%
MONITORIZACION AMBIENTAL	1	1.783,60 €	2.098,35 €	15,00%
SUMINSITRO, CONFIGURACIÓN E INSTALACIÓN ELECTRÓNICA DE RED	1	210.771,50 €	247.966,47 €	15,00%
MANTENIMIENTO 1 AÑO	1	7.964,08 €	9.369,51 €	15,00%
SERVICIOS (Legalizaciones - Estudio Electromagnético)	1	4.025,57 €	4.735,96 €	15,00%
DIRECCION PROYECTO	1	4.800,00 €	6.153,85 €	22,00%
NO INCLUYE ACOMETIDA GENERAL				
TOTAL (SIN IVA)		507.159,58 €	597.165,12 €	
TOTAL (CON IVA)			722.569,79 €	

Tabla 19: Oferta económica Total

Capítulo 13 Conclusiones

13.1 Conclusiones

Los CPDs (Centro de Proceso de Datos) han evolucionado en las últimas décadas desde un concepto más centralizado, pasando por una fase distribuida hasta la actualidad, en la que están enfocados hacia la consolidación y virtualización de los sistemas. Dichos sistemas necesitan además un entorno que asegure la disponibilidad (medida por los *tiers*), continuidad y estabilidad del entorno. Esto lo proporcionan un adecuado sistema de refrigeración, de alimentación, de detección y extinción de incendios, de seguridad y monitorización. Un CPD bien diseñado mejora la eficiencia, reduce los costes y optimiza el retorno de la inversión.

La seguridad estructural del CPD es el primero de los aspectos importantes a la hora de realizar el diseño. El CPD debe estar construido en un espacio resistente al fuego, a la penetración del agua y al acceso por la fuerza. Estas características deben aplicarse a paredes, suelos técnicos y techos suspendidos, de modo que el CPD se convierta en un recinto estanco, dadas las instalaciones disponibles.

Una de las principales causas de paradas de servicio de un CPD, con las consiguientes pérdidas económicas y de datos que esto puede provocar, es la interrupción o alteración del suministro eléctrico. Es por este motivo que el CPD debe estar preparado para hacer frente a un posible corte del suministro. Para ello se emplean los conocidos sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), que dan unos minutos de autonomía eléctrica a los sistemas críticos, y el grupo electrógeno, que suministrará electricidad gracias a un motor hasta que se restablezca el servicio habitual. Existen distintos tipos de configuraciones en función del nivel de redundancia que se requiera. A mayor redundancia, mayor será también la complejidad de la solución. En la búsqueda constante de energías más limpias, existen alternativas a la generación de electricidad, como son las microturbinas o las pilas de combustible, aunque su aplicación a este tipo de soluciones todavía no es frecuente debido a los inconvenientes que presentan. A nivel de *rack*, las PDUs son dispositivos que distribuyen la alimentación eléctrica a los equipos instalados, y pueden tener varias funcionalidades: fiabilidad, monitorización y gestión. Además, todo CPD debe tener un sistema de apagado de emergencia, para poder proteger las instalaciones y el personal en caso de ser necesario.

Uno de los principales problemas del CPD es la disipación del calor que generan los equipos que contiene. Debido a la reducción del tamaño de los servidores, se originan puntos calientes en el CPD que deben ser eliminados para evitar una caída del servidor. Por ello es necesario un sistema de refrigeración en la sala, que sea capaz de eliminar el aire caliente y que controle la humedad que se produce. La ASHRAE establece los límites de calor (18° – 27°) y humedad relativa (en torno al 60%) para el equipamiento instalado en el CPD. El ciclo de refrigeración del CPD está formado por cuatro etapas: condensación, expansión, evaporación y compresión. En la mitad del circuito se absorbe el calor de la sala y en la otra mitad se libera el calor al

exterior. Esto se realiza mediante un agente refrigerante (gaseoso o agua). Partiendo de este circuito, existen distintas tecnologías de refrigeración, en función del tipo de unidades (interior y exterior) y del refrigerante que emplean. La solución más “verde” es conocida como *free cooling* y consiste en emplear las bajas temperaturas exteriores para refrigerar el CPD. La refrigeración puede hacerse de varios modos: por salas, por pasillo o por *rack*. Sus ventajas e inconvenientes dependen directamente de la densidad de potencia media por rack. El mayor inconveniente de los sistemas de refrigeración es la mezcla de flujos de aire (flujos de *bypass*, recirculación y retorno de aire caliente. La mejor solución es el cerramiento de pasillo frío/caliente, que separa los flujos de aire, evitando su mezcla. Se trata de una práctica muy extendida en la construcción de los CPDs por sus altos niveles de eficiencia.

A pesar de que el recinto en que se ubique el CPD debe ser estanco para proteger contra fuegos originados en el exterior, es necesario un mecanismo de detección y extinción de incendios en el CPD por si se originase un fuego en el interior del mismo. Los sistemas de detección de incendios convencionales constan principalmente de una central de incendios y detectores, que pueden ser de varios tipos en función de los mecanismos que emplean para la detección. Otro tipo de detección es la detección por aspiración, que detecta el incendio en fase incipiente, mediante el análisis de las partículas que circulan por el aire, lo que permite detectar el humo antes de que éste sea visible al ojo humano. Una vez detectado el incendio, es necesario un mecanismo de extinción que elimine alguno de los componentes necesarios para provocar el incendio (tetraedro del fuego). Dicha extinción puede ser por gas (Novec 1230, CO₂, halocarburos o gases inertes) o por agua nebulizada, que es más ventajoso que la utilización de gases pero requiere un desembolso inicial más elevado.

Los equipos de comunicaciones se instalan en *racks*, que son estructuras completamente modulares. El sistema de cableado del CPD debe ser el adecuado para que el CPD sea escalable y esté bien organizado. Existen dos jerarquías en función de la distribución del cableado en una fila de *racks*. Éstas son *Top of the rack* (cuyo diseño está basado en la topología lógica de la red) y *End of the row* (presta más atención a la topología física y de su empleo resulta un CPD más flexible, robusto y modular).

El diseño de red del CPD se realiza siguiendo una arquitectura multicapa, compuesta de tres capas (*Core*, Agregación y Acceso) aunque es frecuente encontrar diseños de dos capas, donde se fusionan la capa de *Core* y Agregación, lo que permite un diseño más económico y sencillo.

Otro punto importante en el CPD es la seguridad. El CPD debe poseer restricciones de acceso de modo que solo las personas autorizadas puedan acceder al mismo, lo que es un mecanismo de protección tanto física como de los datos que se manejan en su interior. Dichos mecanismos de seguridad se aplican a las puertas de acceso al CPD y a los mismos *racks* que alojan los equipos. Además, es recomendado un sistema de video vigilancia.

La monitorización ambiental de los sistemas también prevendrá posibles fallos que pondrían en peligro la seguridad del CPD. El control de la temperatura y humedad del CPD, de la presencia de fluidos, o de las características particulares de otros sistemas como el sistema de

PCI o las SAIs, permitirá realizar un control preventivo mediante sensores y sondas, que evitará situaciones que pondrían en peligro su adecuado funcionamiento.

Para el caso práctico ficticio, se ha partido de un Pliego de Prescripciones Técnicas en el que se describen los requisitos del cliente, a los cuales se deberá ajustar la solución propuesta. En dicho pliego se explica que la situación actual es la planta baja de un edificio en el que se planea dedicar una zona compuesta por varias estancias a la construcción de un nuevo CPD donde instalar todo el equipamiento, distribuido actualmente en varias salas del edificio. El proyecto comprenderá el diseño de cada uno de los sistemas descritos hasta ahora, siguiendo la normativa vigente. Tras esto, se realiza una labor de análisis de la situación actual. Además, para el correcto dimensionamiento de los sistemas del CPD es necesario un inventario de los equipos que incluirá. Con ello se pueden calcular las potencias que consumirán los *racks* y que determinarán qué tipo de sistema de alimentación ininterrumpida o refrigeración serán necesarios. Una vez hecho esto, se inicia el diseño del CPD.

La obra civil comprenderá todas aquellas acciones que permitirán convertir el espacio actual en el nuevo recinto que albergará el CPD, dividido en dos partes: zona de sistemas y zona de infraestructuras, separadas por una reja. Éstas incluyen demolición de tabiques, adecuación de paredes, cerramiento de ventanas, suelo técnico y techo suspendido, ejecución de canalizaciones desde el exterior, sellado de arquetas e instalación de desagües y toma de agua, sellado de canalizaciones para contribuir a la estanqueidad del recinto, instalación de puertas que cumplan la normativa, adecuación de la zona exterior donde se instalará el grupo electrógeno y las máquinas exteriores de clima, pintura y limpieza del CPD.

La parte de electricidad consistirá en el suministro e instalación de las SAIs y el grupo electrógeno capaces de mantener activo el equipamiento crítico del CPD en caso de pérdida del suministro eléctrico habitual. Incluirá también la instalación de cuadros eléctricos, alumbrado, PDUs en el interior de los *racks*, acometidas y puesta a tierra. Se ofrecen dos soluciones a la distribución eléctrica para los *racks*: distribución a través de circuitos (tradicional) o blindobarras. Finalmente, se optó por la solución de blindobarras porque proporciona una instalación más flexible de cara a futuras ampliaciones del CPD. Las SAIs que se proponen son de doble conversión y se basan en un diseño 2N para garantizar redundancia. Dos unidades son suficientes ya que cada una tiene capacidad suficiente para mantener la alimentación de toda la electrónica del CPD. Se instalarán con un armario de baterías para dar autonomía suficiente y con un transformador de aislamiento cada una.

El sistema de climatización elegido es por impulsión a pasillo. Las unidades son tipo *rack*, en una solución $N+1$, y se suministran 4 unidades que se instalarán entre los *racks* de servidores y comunicaciones y funcionarán de manera simultánea para repartirse la carga y envejecer de manera similar. Cada unidad de climatización lleva asociada una unidad condensadora (exterior) que disipará el calor absorbido del CPD. Se realizará también un cerramiento de pasillo caliente, que permitirá la refrigeración no solo de los *racks* sino también del resto de sistemas instalados en la sala, y prevendrá la mezcla de flujos de aire, aumentando la eficiencia de la solución.

Se proponen dos sistemas de detección de incendios, uno convencional, basado en detectores, y otro basado en detección por aspiración. Se propone solamente el segundo por considerarse el más eficiente de la actualidad, ya que detecta los incendios en la fase más incipiente. La extinción se realiza por gas inerte Novec 1230, que se presenta en estado líquido y no daña el medio ambiente.

El cableado empleado en la solución es cobre de categoría 6A y fibra óptica OM3 50/125. Ambos permiten conexiones de hasta 10G. La topología será *End of the Row*, centralizando todas las conexiones en los armarios de comunicaciones, situados en los extremos de cada fila de *racks*.

Los controles de acceso se instalarán en las puertas, y serán por lectura de huella dactilar o tarjeta. Además, se instalará un sistema de videovigilancia dentro de la sala que permitirá visualizar los accesos a la misma.

El sistema de monitorización permitirá la supervisión de la temperatura, humedad, unidades de climatización *in-row*, SAIs, grupo electrógeno, cuadro eléctrico y centralita de PCI, todo en un único sistema.

Finalmente, se suministrarán dos switches modulares para la capa de agregación/*Core*, que proporcionan un gran rendimiento y escalabilidad.

La elaboración de este proyecto me ha permitido adentrarme en el mundo del diseño de CPDs que se desarrolla en el departamento de Redes de la empresa en la que estoy realizando las prácticas. Con él he pretendido crear una guía de buenas prácticas para el diseño del CPD, y demostrar con un caso práctico su implantación en el mundo real, basándome en casos reales que he podido conocer de primera mano durante el desarrollo de mis prácticas en la empresa. A pesar de que las tecnologías que se emplean en el diseño de un CPD están en constante evolución en la búsqueda de una mejor eficiencia y rendimiento, he procurado que queden patentes aquellas que en la actualidad son más empleadas, por su funcionamiento y coste, en los CPDs. Resulta imposible generalizar en el uso de una u otra tecnología. Cada cliente es un mundo y existen muchas limitaciones o preferencias particulares que hacen que la solución para cada CPD sea única. Es tarea del jefe de proyecto encontrar la solución que mejor se ajuste a cada cliente para lograr la adjudicación del proyecto y que la realización del mismo culmine con el éxito esperado.

Bibliografía de referencias

- [3M07] Documento de 3M, *Novec 1230 Fluido de protección contra fuego para aplicaciones de gas y carburante*, 2007.
- [Afi12] Información extraída de *Sistemas dióxido de carbono*, de Aficon, Agosto, 2012.
<http://www.aficon.com/catalogo.php?familia=46>
- [Aen93] *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)*, de Aenor, 1 de Agosto, 1993.
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0001122&tipo=N>
- [Aen02] *Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)*, de Aenor, 30 de Diciembre, 2002.
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0028258&tipo=N>
- [Aen10a] *Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego*, de Aenor, 26 de Mayo, 2010.
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0045465&tipo=N>
- [Agu12] Documento de Aguilera Electrónica, *Sistema algorítmico de detección y control de incendios*, 2012.
- [Alg05] *Build the Best Data Center Facility for Your Business*, de Douglas Alger, June 16, 2005.
- [APC03] Informe interno de American Power Conversion, *Tecnologías alternativas para generación de energía en centros de datos y salas de gestión de redes*, 2003.
- [Ash12] Información extraída de la página web de la ASHRAE, 2012.
<http://www.ashrae.org/about-ashrae/>
- [CEM12] *Guía Europea de los sistemas de alimentación ininterrumpida*, del CEMEP, 2012.

- [Cis06] *Understanding Simple Network Management Protocol (SNMP) Traps*, de Cisco, 10 de Octubre, 2006.
- http://www.cisco.com/en/US/tech/tk648/tk362/technologies_tech_note09186a0080094aa5.shtml
- [Cis07] Documento de Cisco, *Cisco Data Center Infrastructure 2.5 Design Guide, Cisco Validated Design I*, 6 de Diciembre, 2007.
- [Cis12] Ilustración extraída del documento *Designing the data center infrastructure (Cisco)*.
- [CTE07] *Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio*, del CTE, 19 de Octubre, 2007.
- <http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/dbsi/>
- [DEM11] Manual de DEMSA, *Manual de gases limpios*, Noviembre 2011.
- [DIN11] *Pedestrian doorsets, windows, curtain walling, grilles and shutters. Burglar resistance. Requirements and classification*, de DIN, Septiembre, 2011.
- <http://www.nabau.din.de/cmd?artid=116125567&bcrumblevel=1&contextid=nabau&subcommitteeid=54769889&level=tpl-art-detailansicht&committeeid=54738847&languageid=en>
- [DPS12] *SNMP Tutorial: an introduction to SNMP*, de DPS Telecom.
- http://www.dpstele.com/layers/l2/snmp_tutorials.php
- [Dur04] Artículo de StorageSearch, *NAS, DAS or SAN? Choosing the rights Storage technology for your organization*, de Duran Alabi, Mayo de 2004.
- <http://www.storagesearch.com/xtore-art1.html>
- [Eme11a] White Paper de Emerson Network Power, *Understanding the Cost of Data Center Downtime*, 2011.
- [Eme11b] Presentación de Emerson Network Power, *Liebert HPM Digital & Soluciones Alta Densidad Xtreme*, 2011.
- [Eme11c] Presentación de Emerson Network Power, *Necesidades de refrigeración en un Datacenter*, 2011.
- [Eme12] Ilustración extraída de la página web de Emerson Network Power, www.emersonnetworkpower.com.

- [EN11] UNE-EN 50160:2011: Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.
- [Ent12] White Paper de Enterasys, *Data Center Networking – Connectivity and Topology Design Guide*, 2012.
- [Esp12] Información extraída de la página web del fabricante Espacio.
<http://www.espacio.es/Welcome.html>
- [Gar07] Nota de prensa sobre Gartner Symposium ITxpo 2007.
<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867>
- [Ing07] Informe de Ingeniero Ambiental acerca de los gases de extinción, *Informe técnico – Selección de gases de extinción*, 2007.
www.ingenieroambiental.com/?pagina=1649
- [Iru12] Artículo sobre Fibra Óptica OM4, *OM4 – La próxima generación*, de Tony Irujo.
<http://www.conelectronica.com/Cables-de-/para-Fibra-Optica/OM4-La-pr%C3%B3xima-generaci%C3%B3n-de-fibra-multimodo.html>
- [Kas09] Artículo sobre la evolución de CPDs. *Data Center Evolution*, de Jim Kaskade. January 24, 2009.
<http://jameskaskade.com/?p=344>
- [Kim02] Documento sobre las tecnologías de supresión de incendios, *Overview of recent progress in fire suppression technology*, de Kim, A., 2002.
- [LAN12] Documento sobre cableado de plenum y cableado riser, *Plenum (CMP) vs. Riser (CMR) cable types for Cat 5 and Cat 6*, de LANShack.
<http://www.lanshack.com/pdf/PlenumVsRiser.pdf>
- [Mar12] Presentación de Marioff, *Sistema de Protección contra incendios mediante agua nebulizada*, 2012.
- [McC04] White Paper de Schneider Electric, *Comparación de configuraciones de diseño de sistemas SAI*, de Kevin McCarthy, 2004.
- [NFP75] Información extraída de la página web de NFPA acerca de la norma NFPA 75, *Norma para la protección de equipos de tecnología de la información*, 2009.
http://www.nfpa.org/onlinepreview/online_preview_document_esp.asp?id=7509E#

- [NFP750] Información extraída de la página web de NFPA acerca de la norma NFPA 750, *Standard on water mist fire protection systems*, 2010.
- http://www.nfpa.org/aboutthecodes/AboutTheCodes.asp?DocNum=750&cookie_test=1
- [NFP2001] Información extraída de la página web de NFPA acerca de la norma NFPA 2001, *Estándar sobre sistemas de extinción de incendios con agentes limpios*, 2008.
- http://www.nfpa.org/onlinepreview/online_preview_document_esp.asp?id=200108E#
- [NFP90A] Información extraída de la página web de NFPA acerca de la norma NFPA 90A, *Estándar para la instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación*, 2012.
- <http://www.nfpa.org/aboutthecodes/AboutTheCodes.asp?DocNum=90A>
- [Ntp40] Notas Técnicas de Prevención del Ministerio de Empleo y Seguridad Social, *NTP 40: Detección de incendios*, de José Luis Villanueva Muñoz, 2010.
- [Par10] Artículo sobre los *Tiers*, *Qué son los Tiers*, de Diego Parrilla. 11 de Octubre de 2010.
- <http://www.nubeblog.com/2010/10/11/que-son-los-tiers-en-un-centro-de-datos-el-ansi-tia-942>
- [Paw12] Presentación sobre almacenamiento, *Understanding storage basics – DAS-NAS-SAN*, de Ashwin Pawar, 2012.
- <http://www.wiziq.com/tutorial/74910-Understanding-Storage-Basics-DAS-NAS-SAN>
- [Piq01] *NTP 588: Grado de protección de las envolventes de los materiales eléctricos*, de Tomás Piqué Ardanuy, 2001.
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_588.pdf
- [Pla12] Información extraída de la página web del fabricante Pladur.
- www.pladur.com
- [Ras03] White Paper de Schneider Electric, *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*, de Neil Rasmussen, 2003.
- [Ras06a] White Paper de Schneider Electric, *Vatios y Voltiamperios: confusión en potencia*, de Neil Rasmussen, 2006.

- [Ras06b] White Paper de Schneider Electric, *Ventajas de las arquitecturas de refrigeración por filas y por racks para centros de datos*, de Neil Rasmussen, 2006.
- [Ras12] White Paper de Schneider Electric, *Evitar costes de sobredimensionamiento en la estructura para Centros de Proceso de Datos (Datacenters)*, de Neil Rasmussen, 2012.
- [Rok12] Artículo de HostWisely, *Tower vs. Rack vs. Blade servers – picking the right server review*, de Roko Nastic, 2012.
- <http://hostwisely.com/blog/tower-vs-rack-vs-blade-servers-picking-the-right-server/>
- [Scc12] Artículo de Search Cloud Computing, *SPI model (SaaS, PaaS, IaaS)*, de Margaret Rouse, Febrero, 2012.
- [Sch12] Ilustración extraída de la página web de Schneider Electric, www.schneider-electric.com.
- [Sey11] White Paper de Schneider Electric, *The Seven Types of Power Problems*, de Joseph Seymour, 2011.
- [Tor11] White Paper de Schneider Electric, *Data Center Physical Infrastructure: Optimizing Business Value*, de Wendy Torell, 2011.
- [UNE01] Norma UNE-EN 60439-2:2001, *Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 2: Requisitos particulares para las canalizaciones prefabricadas*, 29 de Octubre, 2001.
- <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0025628&tipo=N>
- [UNE05] Norma UNE-EN 2:1994/A1:2005, *Clases de fuego*, 30 de Noviembre, 2005.
- <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0034982&PDF=Si>
- [UNE93] Norma UNE 20324:1993, *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)*, 01 de Agosto, 1993.
- <http://www.en.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0001122&PDF=Si#.UNtSluQsB1g>
- [UNE95] Norma UNE-EN 50102:1996, *Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)*, 15 de Julio, 1996.

<http://www.en.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0011374&tipo=N&PDF=Si#.UNtTaOQsB1g>

- [VLV+10] *Guía de construir con madera. Capítulo 3. Comportamiento frente al fuego. Documento de aplicación del CTE*, de Luis Vega Catalán, Mariana Llinares Cervera, Carlos Villagrà Fernández, Virginia Gallego Guinea y Beatriz González Rodrigo, 2010

http://www.infomadera.net/uploads/descargas/archivo_17_Comportamiento%20al%20fuego%20CcM.pdf

- [Xtr12] Documento de Xtralis acerca de los sistemas VESDA, *Detección de humo por aspiración*, 2012.

- [Wik11a] Artículo de Wikipedia sobre la temperatura crítica, 16 Agosto, 2011.

- [Wik12a] Artículo de Wikipedia sobre la protección contra robo, 20 Julio, 2012.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Einbruchschutz>

- [Wik12b] Artículo de Wikipedia sobre los gases refrigerantes, 17 Julio, 2012.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigerante>

- [Wik12c] Artículo de Wikipedia sobre el gas R22, 22 Junio, 2012.

<http://es.wikipedia.org/wiki/R22>

- [Wik12d] Artículo de Wikipedia sobre la temperatura de bulbo seco, 18 Abril, 2012.

http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura_de_bulbo_seco

- [Wik12e] Artículo de Wikipedia sobre el Efecto Tyndall, 25 Septiembre, 2012.

http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Tyndall

- [Wik12f] Artículo de Wikipedia sobre Fibre Channel, 2 Octubre, 2012.

http://en.wikipedia.org/wiki/Fibre_Channel

- [Wik12g] Artículo de Wikipedia sobre MPLS, 15 Diciembre, 2012.

http://en.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching

- [Wik12h] Artículo de Wikipedia sobre VPN, 27 Diciembre, 2012.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Vpn>

- [Wik12i] Artículo de Wikipedia sobre VPLS, 28 Agosto, 2012.

<http://en.wikipedia.org/wiki/VPLS>

[Wik12] Artículo de Wikipedia sobre Etherchannel, 20 Diciembre, 2012.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Etherchannel>

[Wol04] White Paper de Schneider Electric, *Principios básicos sobre generadores para tecnologías de la información*, de Robert Wolfgang, 2004.

Anexo I: Oferta económica desglosada

A continuación se incluye el desglose de cada una de las partidas que compone la solución propuesta.

a. Oferta económica Construcción

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
CONSTRUCCION					
DEMOLICIONES					
DESMONTAJES DENTRO DE LA SALA Desmontaje y retirada a vertedero de los siguientes elementos existentes dentro de la futura sala técnica: * Techo técnico registrable * Suelo laminado * Puertas de acceso	1,00	1.474,94	1.474,94	1.735,22	1.735,22
DESMONTAJE Y ACOPIO EN DEPENDENCIAS DE ESL Desmontaje y acopio en dependencias de ESL para su posterior reutilización del actual tabique móvil de separación de salas, incluso pequeño material de fijación.	1,00	1.118,12	1.118,12	1.315,44	1.315,44
DEMOLICIONES * Demolición de tabique separador de los despachos B y C * Demolición del tabique separador de la sala de Formación 2 y el despacho B	1,00	915,35	915,35	1.076,88	1.076,88
ADECUACIÓN DE LAS VENTANAS					
CLAUSURA DE VENTANAS EN SALA Clausura de ventanas del CPD mediante trasdosado autoportante formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado de 46 mm. de ancho a base de montantes (elementos verticales) separados 600 mm. entre ellos y canales (elementos horizontales) a cada lado de la cual se atornillan 2 placas de yeso laminado Pladur de 12,5 mm. de espesor dando un ancho total de tabique terminado de 71 mm., incluso anclajes para suelo y lámina vinílica en los vidrios de las ventanas y techo, replanteo auxiliar, nivelación, tornillería, anclajes, recibido de cajas para mecanismos sobre la placa, encintado, tratamiento de juntas, totalmente terminado y listo para imprimir, pintar ó decorar.	5,00	708,71	3.543,55	833,78	4.168,88

SUELOS					
<p>SUELO TÉCNICO M1 Suministro e instalación de pavimento elevado con clasificación Reacción al fuego M1 según UNE 23727-90. Compuesto por panel E-B/30, es un aglomerado de alta densidad encapsulado inferiormente por una bandeja de acero galvanizado que confiere mayor resistencia a la baldosa. Las baldosas irán sobre pedestales de acero y varilla metrica de 18 mm, que permitirán regulaciones de ± 10 mm e irán pegados a la solera base con una masilla de poliuretano.</p>	260,00	87,47	22.742,20	102,91	26.755,53
PUERTAS					
<p>PUERTA EI 90 DE UNA HOJA DE 1 METRO DE ANCHO Ud. puerta batiente de una hoja, con ojo de buey, de medida total 1.000x2,00 m. cortafuegos RF-90, marco de acero 'Z' electrosoldado de 3 mm. de espesor, con garras de anclaje directo a obra, hoja de 57 mm. de espesor, cierre antipánico, bisagras, juegos de manecillas con núcleo de acero especial para puerta cortafuegos y herrajes de colgar y de seguridad.</p>	2,00	3.635,30	7.270,60	4.276,82	8.553,65
PINTURAS					
<p>Pintura Plástica Pintura plástica color lisa PROCOLOR mix sobre solado, dos manos, preparación y limpieza, totalmente terminado</p>	200,00	15,76	3.152,00	18,54	3.708,24
<p>Pintura Epoxi Pintura de protección a base de resinas epoxi, de dos componentes con disolventes, resistente al agua, ácidos y bases diluidos, grasas e hidrocarburos, en color rojo vivo (RAL 3001) en pavimentos horizontal bajo suelo técnico registrable, mezclados sus componentes con agitador eléctrico de baja velocidad y aplicado en tres manos con brocha, rodillo o pistola, previo saneado, limpieza y refinado del soporte.</p>	81,00	70,93	5.745,33	83,45	6.759,21
CANALIZACIONES EXTERIORES					
<p>CANALIZACIÓN DE 600 X 1.000 MM SOBRE ACERA Excavación por medios mecánicos, en calzada, en apertura de zanjas, con transporte de tierras a vertedero y reposición de pavimento.</p>	11,00	225,27	2.477,97	265,02	2.915,26

CREACIÓN DE ARQUETA DE REGISTRO Creación de arqueta de registro con ladrillo hueco de 1/2 pie de 1.000 x 1.000 x 1.000 mm, incluso p.p. de pequeño material auxiliar necesario. Medida la unidad totalmente terminada.	3,00	523,48	1.570,44	615,86	1.847,58
CREACIÓN DE PATINILLO DE ENTRADA CON DESAGÜE Creación de patinillo con desagüe de drenaje en la entrada del edificio.	1,00	705,25	705,25	829,71	829,71
BANCADAS					
CREACIÓN DE BANCADAS DE NIVELACIÓN PARA MOTOVENTILADORES Y GRUPO Nivelación del terreno por métodos manuales y creación de bancadas de nivelación mediante fábrica de ladrillo hueco y hormigón, incluso medios auxiliares necesarios, medida la unidad totalmente terminada.	1,00	4.980,71	4.980,71	5.859,66	5.859,66
ESTRUCTURA METÁLICA PARA SOPORTAR UNIDADES EXTERIORES DE CLIMA Creación de estructura metálica a base de perfiles rectangulares de acero para elevar los motoventiladores.	1,00	3.058,82	3.058,82	3.598,61	3.598,61
TOTAL (SIN IVA)			58.755,28 €		69.123,86 €

Tabla 20: Oferta económica Construcción

b. Oferta económica Electricidad

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
ELECTRICIDAD					
CUADROS ELECTRICOS					
CUADRO ELÉCTRICO GENERAL DE USOS VARIOS Suministro e instalación de cuadro general de mando y protección general con conmutación automática hasta 160 kW, analizador de redes tipo PM 710, descargadores de sobretensiones transitorias tipo I + II y equipo de vigilancia continua del valor de la impedancia de la red de tierras del CPD con alarma gestionable, montado según esquema unifilar, material de fijación y conexionado. Medida la unidad, totalmente instalada y funcionando.	1,00	11.512,74	11.512,74	13.544,40	13.544,40
CUADRO ELÉCTRICO UPS A Y B OPCIÓN CANALIZACIÓN ELECTRIFICADA Suministro e instalación de cuadro de servicio de SAI del sistema A Y B con protecciones magnética, térmica y diferencial clase "A SI", independiente para cada uno de los 2 circuitos de alimentación a las canalizaciones electrificadas, incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y funcionando.	2,00	5.150,53	10.301,06	6.059,45	12.118,89
LINEAS ELECTRICAS					
Circuito unipolar 0,6/1 kV de 5 conductores, sección 150/95 mm para acometida DE GRUPO ELECTROGENO Suministro de instalación de circuito trifásico + T para acometida de grupo electrógeno. Compuesto por 5 conductores RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, sección 150/95 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	10,00	76,38	763,80	89,86	898,59

Circuito multipolar 0,6/1 kV AS de sección 5x4 mm para SERVICIOS AUXILIARES DEL GRUPO Suministro e instalación de circuito trifásico + T para SERVICIOS AUXILIARES DEL GRUPO. Compuesto por cable multipolar tipo RZ1-K (AS) de 0,6/1 Kv de aislamiento, sección 5x4 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	10,00	2,76	27,60	3,25	32,47
Circuito multipolar 0,6/1 kV AS de sección 5x2,5 mm para SEÑALES DEL GRUPO ELECTRÓGENO Suministro e instalación de circuito trifásico + T para SEÑALES DEL GRUPO ELECTROGENO. Compuesto por cable multipolar tipo RZ1-K (AS) de 0,6/1 Kv de aislamiento, sección 2X 5x2,5 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	10,00	9,85	98,50	11,59	115,88
Circuito unipolar 0,6/1 kV de 5 conductores, sección 70/35 mm para ENTRADAS Y SALIDAS ENTRE CUADROS UPS, TRAFOS Y SAI Suministro de instalación de circuito trifásico + T para acometida de entrada y salida entre cuadros trafos y SAls. Compuesto por 5 conductores RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, sección 70/35 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	70,00	39,52	2.766,40	46,49	3.254,59
Circuito multipolar 0,6/1 kV AS de sección 3x2,5 mm para central contraincendios Suministro e instalación de circuito monofásico + T para central contraincendios. Compuesto por cable multipolar tipo RZ1-K (AS) de 0,6/1 Kv de aislamiento, sección 3x2,5 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	1,00	41,05	41,05	48,29	48,29
Circuito multipolar 0,6/1 kV AS de sección 3x2,5 mm para seguridad Suministro e instalación de circuito monofásico + T para seguridad. Compuesto por cable multipolar tipo RZ1-K (AS) de 0,6/1 Kv de aislamiento, sección 3x2,5 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	1,00	41,05	41,05	48,29	48,29

Circuito multipolar 0,6/1 kV AS de sección 3x2,5 mm para usos varios Suministro e instalación de circuito monofásico + T para usos varios. Compuesto por cable multipolar tipo RZ1-K (AS) de 0,6/1 Kv de aislamiento, sección 3x2,5 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	1,00	58,64	58,64	68,99	68,99
Circuito multipolar 0,6/1 kV AS de sección 3x1,5 mm para alumbrado Suministro e instalación de circuito monofásico + T para alumbrado. Compuesto por cable multipolar tipo RZ1-K (AS) de 0,6/1 Kv de aislamiento, sección 3x1,5 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	1,00	33,52	33,52	39,44	39,44
Circuito multipolar 0,6/1 kV AS de sección 5x10 mm para aire acondicionado Suministro e instalación de circuito trifásico + T para aire acondicionado. Compuesto por cable multipolar tipo RZ1-K (AS) de 0,6/1 Kv de aislamiento, sección 5x10 mm. No propagador del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos opacos, según UNE 21123-4. Valoración sujeta a las fluctuaciones del precio del cobre.	4,00	242,61	970,44	285,42	1.141,69
MECANISMOS					
Schuko Legrand Plexo, instalación con tubo de PVC rígido Suministro e instalación de schuko estanco de la firma Legrand de la serie Plexo en montaje con tubo de PVC rígido, pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente terminada y funcionando.	6,00	34,35	206,10	40,41	242,47
Interruptor Legrand Plexo, instalación con tubo de PVC rígido Suministro e instalación de interruptor estanco de la firma Legrand de la serie Plexo en montaje con tubo de PVC rígido, pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente terminada y funcionando.	2,00	32,82	65,64	38,61	77,22
ILUMINACION CONVENCIONAL					
Punto de alumbrado y luminaria Philips estanca 2x36w en tubo PVC rígido Suministro e instalación de punto de alumbrado y luminaria, tipo estanca 2x36w de la firma Philips, en tubo PVC rígido. Incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y funcionando	15,00	47,62	714,30	56,02	840,35
ILUMINACION EMERGENCIA					

Punto de alumbrado y luminaria de emergencias Zemper Venus 160 en tubo PVC rígido Suministro e instalación de punto de alumbrado y luminaria de emergencias, tipo 160 de la firma Zemper Venus, en tubo PVC rígido. Incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y funcionando	8,00	43,46	347,68	51,13	409,04
GRUPO					
GRUPO ELECTRÓGENO SDMO Suministro e instalación de grupo electrógeno para funcionamiento en emergencia de la firma SDMO de 160 KVA's, incluso medios mecánicos par su ubicación. Medida la unidad totalmente instalada y funcionando.	1,00	22.282,97	22.282,97	26.215,26	26.215,26
SAI					
Sistema de Alimentación Ininterrumpida Chloride 80-NET 80kVAs con baterías	2,00	12.490,00	24.980,00	14.694,12	29.388,24
IS-WEBL Tarjeta de gestión SNMP	2,00	475,00	950,00	558,82	1.117,65
Transformador de aislamiento 80KVA	2,00	2.975,00	5.950,00	3.500,00	7.000,00
CANALIZACIONES					
Suministro e instalación de bandeja rejilla 60x300 Suministro e instalación de bandeja de rejilla, tipo rejilla para el cableado estructurado de la sala, de 300 mm de ancho y 60 mm de ala. Incluye parte proporcional de material de montaje y sujeción. Se instalará por la parte superior de los rack's.	40,00	12,59	503,60	14,81	592,47
Suministro e instalación de bandeja PVC 60x150 con tapa Suministro e instalación de bandeja de PVC con tapa, de 150 mm de ancho y 60 mm de ala. Incluye parte proporcional de material de montaje y sujeción.	86,00	20,53	1.765,58	24,15	2.077,15
CEP					
CANALIZACIÓN ELECTRIFICADA TRIFÁSICA DE 160A Suministro e instalación de canalización electrificada trifásica de 160 A de la firma Schneider Electric instalada sobre los racks de servidores. La conexión entre el cuadro eléctrico y la barra se realizará con conductores libres de halógenos en caja de conexión de las barras. Se instalará una barra por cada uno de los sistemas de alimentación, A y B.	4,00	929,44	3.717,76	1.093,46	4.373,84

<p>CONEXIÓN A RACK DESDE CANALIZACIÓN ELECTRIFICADA</p> <p>Suministro e instalación de conexión entre rack y barra electrificada monofásica de 16 A compuesto por los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Cofret seccionador tipo KS para canalis * Protección magnetotérmica y diferencial tipo dpn vigi 2 x 16 a 30 mA clase "SI" * Conductor libre de halógenos 3 x 2,5 mm tipo rz1 0,6/1 kV * Toma tipo Cetac 2 p + TT <p>Incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y funcionando.</p>	20,00	257,14	5.142,80	302,52	6.050,35
TOTAL (SIN IVA)			93.241,23 €		109.695,56 €

Tabla 21: Oferta económica Electricidad

c. Oferta económica Refrigeración

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
REFRIGERACION					
CRAC IN-RW					
CRO20RA - Climatizador que trabaja con tecnología de Expansión Directa (gas), capaz de suministrar una potencia de refrigeración de hasta 22,2 kW sin descuidar que es capaz de realizar un correcto control de humectación, realizando funciones de CONTROL ESTRICTO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	4,00	12.705,00	50.820,00	14.947,06	59.788,24
Tarjeta Ethernet SNMP - CRO20RA	4,00	415,00	1.660,00	488,24	1.952,94
INSTALACIÓN DE EQUIPO DE CLIMA TIPO CRV IN-RW Instalación frigorífica mediante tubería de cobre deshidratado con aislamiento tipo Armaflex para equipo de precisión tipo In-Row, incluso conexión de tomas de agua de humectación y desagües de condensados. Medida la unidad totalmente instalada y verificada.	4,00	4.060,79	16.243,16	4.777,40	19.109,60
TOTAL (SIN IVA)					
			68.723,16 €		80.850,78 €

Tabla 22: Oferta económica Refrigeración

d. Oferta económica PCI

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
PROTECCION CONTRA INCENDIOS					
VESDA					
DETECCIÓN VESDA Suministro de detector de humos por aspiración marca Vesda LaserPlus con display modelo VLP-002 compuesto por cámara de detección con luz de láser programable con un rango de sensibilidad entre 0.005 y 20 % de oscurecimiento por metro, con 4 niveles de alarma programables, con colector para conexión de 4 tubos (una sola zona), filtro de aire de dos etapas, aspirador de aire y tarjeta de siete relés programables libres de tensión, equipado con un Display con gráfico de barras, leds de alarmas y averías, lectura numérica de oscurecimiento de humo y botones de silenciado y reset , entre otros Fabricado por Xtralis para ser alimentado a 24 V DC.	1,00	3.653,61	3.653,61	4.298,36	4.298,36
TOMA DE MUESTRA DE AIRE Suministro de punto de toma de muestras de aire formado por un metro de tubo capilar de nylon de 6 mm de diámetro interior y dos conexiones automáticas con placa embellecedora para falso techo.	8,00	47,19	377,52	55,52	444,14
TUBO DE ASPIRACIÓN Suministro y montaje de tubería rígida de plástico ABS (libre de halógenos) en color rojo con un diámetro exterior de 25 mm x 2 mm con su parte proporcional de accesorios y clips de suptación	30,00	42,11	1.263,30	49,54	1.486,24
LINEA DE 24 V Suministro e instalación de línea de cable de alimentación a 24 V DC para detectores y módulos Vesda LaserPlus desde las fuentes de alimentación formada por cable de cobre CII de 2 x 1,5 mm ² s/ UNE 21123 con cubierta y especial no propagador de incendios, de baja emisión de humos, no tóxico y sin halógenos, incluso tubo de poliamida con p.p. de cajas de derivación y elementos de fijación.	20,00	7,59	151,80	8,93	178,59
DETECCION					
FUENTE DE ALIMENTACIÓN Suministro de fuente de alimentación 6 Ah, 220 V AC / 24 V DC con caja metálica para montaje superficial en pared con dos baterías de plomo herméticas 12 V DC 7,2 Ah.	1,00	375,60	375,60	441,88	441,88
LETRERO INDICADOR Suministro y montaje de letrero indicador óptico-acústico de emergencia para situaciones de incendio, totalmente instalado.	1,00	91,46	91,46	107,60	107,60

PULSADOR DE PARO/DISPARO Suministro y montaje de pulsador de paro/bloqueo y pulsador de disparo de la extinción conforme EN54-11, totalmente instalado.	2,00	44,16	88,32	51,95	103,91
SIRENA	1,00	115,31	115,31	135,66	135,66
EXTINCION					
PANEL DE CONTRO DE EXTINCIÓN AUTÓNOMO Ref: AE-PX2 Suministro de central de señalización y control con 2 zonas de detección cruzada marca Aguilera Modelo: AE-PX2.	1,00	601,04	601,04	707,11	707,11
SISTEMA DE EXTINCIÓN POR NOVEC 1230 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CILINDRO AUTÓNOMO Sinorix 1230, CON 2 BOTELLAS DE 80 LITROS. APERTURA POR ELECTROVÁLVULA + MANUAL CON PROLONGADOR COMPUESTO POR LOS SIGUIETES ELEMENTOS: *Botella equipada con tubo sonda para todas posiciones, brida, tapón protector, válvula Siemens VSB33 y manocontacto. *Electroválvula y herraje de fijación *Difusor para ambiente de 1 1/4", 1 ud. Cargada con 158 kg de agente extintor NOVEC 1230.	1,00	9.532,65	9.532,65	11.214,88	11.214,88
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍA Suministro e instalación de tubería de acero negro de 2", 1 1/4 " y 1/2" para la distribución del agente extintor desde el cilindro hasta las boquillas de distribución, incluso p.p. de material de fijación. Medida la unidad totalmente instalada y funcionando.	1,00	1.214,00	1.214,00	1.428,24	1.428,24
TOTAL (SIN IVA)			12.018,38 €		14.139,27 €

Tabla 23: Oferta económica PCI

e. Oferta económica Racks

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
RACKS					
RACK 2000x700x1000, servidores.	8,00	1.176,11	9.408,85	1.383,65	11.069,23
RACK 2000x700x1000, comunicaciones.	2,00	1.224,07	2.448,13	1.440,08	2.880,15
PANELES CIEGOS 200U (paneles de 1 U).	1,00	1.350,00	1.350,00	1.588,24	1.588,24
CERRAMIENTO DE PASILLO					
CERRAMIENTO PASILLO Frío, con doble puerta corredera manual sincronizada y cerrado contra pared en el lado opuesto.	1,00	6.213,32	6.213,32	7.309,79	7.309,79
PDU's (Power Distribution Unit)					
PDU serie básica (no monitorizable ni gestionable) APC modelo AP7551 o similar.	16,00	233,50	3.736,00	274,71	4.395,29
PX2-2493 - 1PH, 230V AC, 32A, 24 outlets: 20 x IEC C-13, 4 x IEC C-19, plug: IEC60309 32A, 7.4kVA, Zero U vertical PDU, Ethernet, serial, USB-A, USB-B and sensor connections.	4,00	770,00	3.080,00	905,88	3.623,53
TOTAL (SIN IVA)					
			26.236,30 €		30.866,23 €

Tabla 24: Oferta económica Racks

f. Oferta económica Cableado

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
SISTEMA DE CABLEADO					
CABLEADO COBRE					
ENLACE 24 PUERTOS COBRE CAT 6A 3M Suministro e instalación de enlace de 24 puertos de cobre cat 6a entre <i>Core</i> de comunicaciones y rack de sistemas informáticos, terminado en ambos extremos en panel de 24 puertos, incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y verificada.	17,00	391,98	6.663,66	461,15	7.839,60
LATIGUILLO DE PARCHEO 3M CAT 6A DE 1 METRO Suministro de latiguillo de parcheo de 1 metro de longitud Cat 6a	50,00	4,71	235,50	5,54	277,06
LATIGUILLO DE PARCHEO 3M CAT 6A DE 3 METRO Suministro de latiguillo de parcheo de 3 metros de longitud Cat 6a	50,00	6,18	309,00	7,27	363,53
CABLEADO FIBRA					
BANDEJAS DE FIBRA ÓPTICA PARA EL <i>CORE</i> Suministro e instalación de bandeja de fibra óptica para 12 adaptadores duplo LC, incluso pig-tail LC multimodo fusionado. Se instalarán en el centro de cableado, incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y verificada.	8,00	255,11	2.040,88	300,13	2.401,04
BANDEJA DE FIBRA ÓPTICA PARA EL RACK DE SERVIDORES CON 2 ADAPTADORS DUPLO Suministro e instalación de bandeja de fibra óptica para 2 adaptadores duplo LC, incluso pig-tail LC multimodo fusionado. Se instalarán en el cada uno de los racks de servidores, incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y verificada.	16,00	146,05	2.336,80	171,82	2.749,18
ENLACE DE FIBRA ENTRE <i>CORES</i> DE COMUNICACIONES Suministro e instalación de enlace mediante fibra multimodo OM3 de 12 enlaces tx/rx entre ambos <i>Cores</i> de comunicaciones del CPD, incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y funcionando.	1,00	906,64	906,64	1.066,64	1.066,64



ENLACE CON MANGUERA DE INTERIOR DE 4 ENLACES DUPLES FO MM OM3 Tendido de manguera de F.O. OM3 de cuatro enlaces dúplex (se conectorizará por fusión solo dos enlaces, incluido en las partidas de elementos terminales), entre el Core y cada uno de los racks de servidores, incluso p.p. de pequeño material de fijación y conexionado. Medida la unidad totalmente instalada y verificada.	16,00	71,07	1.137,12	83,61	1.337,79
LATIGUILLO DE PARCHEO DUPLEX OM 3 DE 1 Y 3 METROS DE LONGITUD Suministro de latiguillo de parcheo de fibra om3 dúplex de 1 Y 3 metros de longitud	100,00	13,25	1.325,00	15,59	1.558,82
TOTAL (SIN IVA)			14.954,60 €		17.593,65 €

Tabla 25: Oferta económica Cableado

g. Oferta económica Seguridad

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
SEGURIDAD					
CONTROL DE ACCESO					
BIO-LCTBEPMLC: Terminal IP de huella sin display ni teclado para funcionamiento multimodal (huella, tarjeta, Huella+tarjeta). Soporta 5.000 usuarios (10.000 huellas). Incorpora lectora Mifare (13,58MHz). Conexión TCP/IP ó RS485, salida Wiegand (hasta 64 bits configurables). Guarda 50.000 eventos en memoria. Alimentación a 12Vdc.	2,00	457,57	915,14	538,32	1.076,64
IS-SFTBIOSTAR: Programa de control de accesos y presencias sencillo, con exportación de marcajes en diferentes formatos.	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S-40-12	2,00	31,84	63,68	37,46	74,92
BIO-LCTUSBALT: Lector escáner para dar de altas huellas. Conexión USB.	2,00	114,29	228,58	134,46	268,92
CAMARA DE VIDEOVIGILANCIA					
AXIS M1144-L: HDTV camera with varifocal boardmount 2.5-6 mm DC-iris lens. Multiple, individually configurable H.264 and Motion JPEG streams; max HDTV 720p or 1MP resolution at 30 fps. Video motion detection and active tampering alarm. Integrated IR LED illumination up to 15 meters and I/O ports. MicroSD/SDHC memory card slot for edge storage. Includes stand for easy mounting. Power over Ethernet. Midspan not included.	4,00	377,00	1.508,00	443,53	1.774,12
IPRONET: e-netcamCLIENT 7: Soft. Gestión + 1 a 10 canales (precio canal).	4,00	90,00	360,00	105,88	423,53
POWERSINE: 1-PORT GIGABIT POE MIDSPAN 10/100/1000 MBPS 802.3AF.	4,00	40,12	160,48	47,20	188,80
Instalación elementos físicos.	1,00	650,00	650,00	764,71	764,71
Puesta en Marcha del Sistema.	1,00	1.544,00	1.544,00	1.816,47	1.816,47
TOTAL (SIN IVA)			3.885,88 €		4.571,62 €

Tabla 26: Oferta económica Seguridad

h. Oferta económica Monitorización

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
MONITORIZACION					
Poseidon 2250 - Central de monitorización	1	889,40	889,40	1.046,35	1.046,35
T-box - Módulo conexión sensores	1	215,00	215,00	252,94	252,94
Sondas temperatura/humedad e inundación	6	42,60	255,60	50,12	300,71
Spider	4	105,90	423,60	124,59	498,35
TOTAL (SIN IVA)			1.783,60 €		2.098,35 €

Tabla 27: Oferta económica Monitorización

i. Electrónica de Red

		Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
ELECTRÓNICA DE RED						
EQUIPAMIENTO						
WS-C6506-E	Catalyst 6500 Enhanced 6-slot chassis,12RU,no PS, no Fan Tray	2	42.039,09	84.078,18	49.457,75	98.915,51
S2TIBK9-15101SY	Cisco CAT6000-VS-S2T IOS IP BASE FULL ENCRYPT	2	0,00	0,00	0,00	0,00
VS-S2T-10G	Cat 6500 Sup 2T with 2 x 10GbE and 3 x 1GbE with MSFC5 PFC4	2	12.391,12	24.782,24	14.577,79	29.155,58
X2-10GB-SR	10GBASE-SR X2 Module	4	882,87	3.531,48	1.038,67	4.154,68
GLC-SX-MMD	1000BASE-SX SFP transceiver module, MMF, 850nm, DOM	2	221,27	442,54	260,32	520,64
VS-S2T-10G	Cat 6500 Sup 2T with 2 x 10GbE and 3 x 1GbE with MSFC5 PFC4	2	12.391,12	24.782,24	14.577,79	29.155,58
X2-10GB-SR	10GBASE-SR X2 Module	4	882,87	3.531,48	1.038,67	4.154,68
GLC-SX-MMD	1000BASE-SX SFP transceiver module, MMF, 850nm, DOM	2	221,27	442,54	260,32	520,64
WS-X6908-10G-2T	C6K 8 port 10 Gigabit Ethernet module with DFC4 (Trustsec)	2	17.701,60	35.403,20	20.825,41	41.650,82
X2-10GB-SR	10GBASE-SR X2 Module	16	882,87	14.125,92	1.038,67	16.618,73
WS-X6848-TX-2T	C6k 48-port 10/100/1000 GE Mod: fabric enabled, RJ-45 DFC4	2	6.638,10	13.276,20	7.809,53	15.619,06
WS-C6506-E-FAN	Catalyst 6506 FAN TRAY for ISBU	2	0,00	0,00	0,00	0,00
WS-CAC-3000W	Catalyst 6500 3000W AC power supply	4	1.327,62	5.310,48	1.561,91	6.247,62
CAB-AC-2500W-EU	Power Cord, 250Vac 16A, Europe	4	0,00	0,00	0,00	0,00
CONFIGURACIÓN						
Configuración de los equipos de Core según indicaciones de ESL		1	740,00	740,00	870,59	870,59
INSTALACIÓN						
Instalación de los dos equipos en los armarios rack		1	325,00	325,00	382,35	382,35



TOTAL (SIN IVA)				210.771,50 €		247.966,47 €
-----------------	--	--	--	--------------	--	--------------

Tabla 28: Oferta económica Electrónica de Red

j. Oferta económica Mantenimiento

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
MANTENIMIENTO 1 AÑO					
Instalación Eléctrica (coste anual)	1	500,00	500,00	588,24	588,24
2 visitas de mantenimiento preventivo					
Grupo electrógeno (coste anual)	1	1.270,00	1.270,00	1.494,12	1.494,12
2 visitas de mantenimiento preventivo					
SAI (coste anual)	1	1.350,00	1.350,00	1.588,24	1.588,24
2 visitas de mantenimiento preventivo					
Instalación de Climatización (coste anual)	1	1.800,00	1.800,00	2.117,65	2.117,65
2 visitas de mantenimiento preventivo					
Instalación de Contra Incendios (coste anual)	1	600,00	600,00	705,88	705,88
1 visita de mantenimiento preventivo					
Electrónica de red	2	1.222,04	2.444,08	1.437,69	2.875,39
Servicio 8x5xNBD					
TOTAL (SIN IVA)			7.964,08 €		9.369,51 €

Tabla 29: Oferta económica Mantenimiento

k. Oferta económica Servicios

	Uds.	COSTE UNIT	COSTE TOTAL	PVP UNIT	PVP TOTAL
SERVICIOS					
LEGALIZACION INSTALACIONES					
LEGALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES Legalización de las instalaciones eléctrica, de climatización y de protección contra incendios, se redactará proyecto por técnico competente y se diligenciarán los formatos de Industria para el registro de estas tres instalaciones. Se incluye el pago de tasas oficiales y de organismos de control autorizados.	1,00	3.237,92	3.237,92	3.809,32	3.809,32
VERIFICACIÓN DE CAMPOS ELECTRICOS					
VERIFICACIÓN DE CAMPOS ELECTRICOS DE BAJA FRECUENCIA Y MAGNÉTICOS Verificación del cumplimiento normativo en lo referente a la emisión de campos eléctricos de baja frecuencia y magnéticos que pudiera generar en el exterior del CPD durante su normal funcionamiento. Los trabajos se realizarán por un organismo independiente que emitirá informe con los resultados de las mediciones y las recomendaciones si procede a realizar en la instalación. Estas verificaciones se realizarán en el exterior del CPD (salas contiguas con ocupación de personas con el CPD a pleno rendimiento y una vez concluidos los trabajos de creación del mismo. La verificación ofertada NO incluye las acciones de mejora que pudieran surgir a la conclusión del presente estudio.	1,00	787,65	787,65	926,65	926,65
TOTAL (SIN IVA)					
			4.025,57 €		4.735,96 €

Tabla 30: Oferta económica Servicios

